प्राथमिक कक्षाओं के लिए

सामान्य विज्ञान

1

अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

प्राथमिक कक्षाओं

के लिए

सामान्य विज्ञान

अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका

भाग एक

सितम्बर 1970
भाद्र 1892

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, 1970

मूल्य रु. 4.50

प्रकाशन विभाग में सैयद ऐनुल आबेदीन, सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, राष्ट्रीय शिक्षा संस्थान भवन, श्री अरविन्द मार्ग, नई दिल्ली-16 द्वारा प्रकाशित तथा ए. के. मुकर्जी द्वारा थॉमसन प्रेस (इंडिया) लिमिटेड, फरीदाबाद, हरियाणा में मुद्रित।

प्राक्कथन

हमारे जैसे विकासशील समाज में शिक्षा एक चुनौतीपूर्ण कार्य है, विशेषकर जब कि वह समाज के किसी वर्ग विशेष के लिए ही सीमित न हो। एक ओर तो इसे अपने देश और उसके निवासियों की परंपराओं तथा विरासत को उस ढंग से आगे ले जाना पड़ता है जो कि वर्धमान गणतंत्रात्मक प्रक्रिया द्वारा शिक्षा की धारा में लाए गए जन-समूह को स्वीकार्य हो, दूसरी ओर इसे सामाजिक परिवर्तनों के साधन के रूप में कार्य करना पड़ता है। विज्ञान एवं शिल्पविज्ञान सामाजिक परिवर्तन के महत्त्वपूर्ण कारण हैं, अतः हमारे स्कूलों को विज्ञान की शिक्षा का समुचित प्रबंध करना चाहिए। इस शिक्षा का उद्देश्य वैज्ञानिक अन्वेषण की विधि और साथ ही वैज्ञानिक सिद्धांतों तथा तथ्यों के ज्ञान का शिक्षण होना चाहिए। इसलिए सन् 1963 में, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् ने पहले कदम के रूप में विज्ञान के अध्यापकों, अध्यापक-शिक्षकों तथा विज्ञान के निरीक्षकों के कई समूहों की सहायता से पहली से आठवीं कक्षाओं के लिए सामान्य विज्ञान में एक अखिल भारतीय पाठ्यचर्या विकसित की। परिवेश की वैज्ञानिक समझ के विकास के अध्ययन के प्रत्येक क्षेत्र तथा एकक के लिए कई छोटी-बड़ी धारणाओं की सूची तैयार की गई। अपने विद्यार्थियों में इस प्रकार की समझ को विकसित करने के निमित्त मिडिल स्कूल के अध्यापकों की सहायतार्थ सन् 1964 में छठी से आठवीं कक्षाओं के लिए एक "सामान्य विज्ञान : कार्य-कलापों की हस्तपुस्तिका" प्रकाशित की गई। प्राथमिक कक्षाओं के लिए हमारा तरीका कुछ भिन्न है। इस पुस्तक में अध्यापक को कुछ धारणाओं के ज्ञान तथा जाँचपूर्ण अथवा अन्वेषण-आधारित विज्ञान के शिक्षण की विधियों के प्रयोग का मार्गदर्शन प्रदान करने का एक प्रयास किया गया है।

प्रस्तुत पुस्तक विज्ञान तथा वैज्ञानिक विधियों में नवीन अंतर्दृष्टियों के विकास में अध्यापकों की सहायता करेगी तथा उन्हें उनकी देखरेख में छोटे बच्चों को कुछ अर्थपूर्ण ज्ञानोपार्जन का अनुभव प्रदान करने के योग्य बनाएगी, ऐसी आशा है।

शिव के. मित्र
सह निदेशक
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

नई दिल्ली

कृतज्ञता-ज्ञापन

इस पुस्तक को तैयार करने में सहायता प्रदान करने के लिए राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् टीचर्स कॉलेज कोलंबिया यूनिवर्सिटी टीम इन इंडिया के डॉ. स्टोलबर्ग के प्रति जिनके निष्ठापूर्ण संरक्षण के बिना यह पुस्तक इतनी शीघ्र तैयार न हो पाती, प्रशंसापूर्ण कृतज्ञता-ज्ञापन करती है। हम प्रौढ़ शिक्षा विभाग के डॉ. ए. के. सेन तथा केन्द्रीय स्वास्थ्य शिक्षा ब्यूरो की श्रीमती के. एस. भाटिया को 'मानव-शरीर, स्वास्थ्य और स्वास्थ्य-विज्ञान' तथा 'सुरक्षा और प्राथमिक उपचार' इकाइयों को तैयार करने में सहायता देने के लिए तथा नैनीताल में हुए वैज्ञानिक सलाहकारों के द्वितीय राष्ट्रीय सम्मेलन तथा पूना में हुई विज्ञान कर्मशाला में भाग लेने वालों के प्रति, जिनके द्वारा तैयार की गई सामग्री का उपयोग भी किया गया था, धन्यवाद व्यक्त करते हैं।

विभागीय अधिकारी डॉ. रामनिवास राय, डॉ. मोहनचंद्र पंत, श्री निखिल कुमार सान्याल, श्री एस. दुरैस्वामी, श्री विश्वनाथ वांचू, डॉ. बृजेन्द्रदत्त आत्रेय, डॉ. एस. एस. भट्टाचार्य, श्री कुलदीपसिंह भंडारी तथा श्री गोविंदस्वामी राजू पुस्तक के लेखन तथा पुनरावलोकन कार्य में सक्रिय रूप से संबद्ध रहे हैं। इस भाग का हिन्दी अनुवाद श्री सूर्यनारायण सक्सेना ने किया है।

विषय-सूची

प्राक्कथन		v
प्रस्तावना		1
इकाई		
1. हमारा विश्व		
	पहली कक्षा	10
	दूसरी कक्षा	21
	तीसरी कक्षा	35
	चौथी कक्षा	50
	पाँचवीं कक्षा	76
2. वायु, जल और मौसम		
	पहली कक्षा	92
	दूसरी कक्षा	111
	तीसरी कक्षा	146
	चौथी कक्षा	168
	पाँचवीं कक्षा	209
3. शैल, मिट्टी और खनिज		
	दूसरी कक्षा	240
	तीसरी कक्षा	247
	चौथी कक्षा	263
	पाँचवीं कक्षा	279

प्रस्तावना

यह पुस्तिका प्राथमिक स्कूलों के अध्यापकों को विज्ञान पढ़ाने में सहायता देने की दृष्टि से तैयार की गई है। यह भारत के प्राथमिक स्कूलों के अध्यापकों के लिए लिखी गई है, विशेष रूप से उन अध्यापकों के लिए जिन्होंने हाईस्कूल अथवा उच्चतर माध्यमिक कक्षा तक से भी कम शिक्षा प्राप्त की है और जो विज्ञान के बारे में बहुत कम या बिलकुल ही जानकारी नहीं रखते।

प्राथमिक स्कूल का अध्यापक गाँव के स्कूल में अपनी क्षेत्रीय भाषा में पढ़ाता है, जहाँ कि एक, दो या तीन अध्यापक ही होते हैं। वह एक साधारण इमारत के छोटे से कमरे में अध्यापन-कार्य करता है तथा उसके विद्यार्थी जमीन पर बैठकर पढ़ते हैं। इन अध्यापकों के पास शायद विज्ञान संबंधी अच्छी पाठ्यपुस्तकें भी नहीं होतीं तथा विज्ञान संबंधी सामग्री खरीदने के लिए उनके पास पैसा भी शायद नहीं रहता। फिर भी कदापि नहीं समझना चाहिए कि भारत के ग्रामीण अध्यापक के पास विज्ञान की शिक्षा देने का कोई साधन ही नहीं है। ग्रामीण बच्चे अपने चारों ओर के पर्यावरण के बहुत समीप होते हैं। उनके चारों ओर उनके खेतों और घरों में पेड़-पौधों और पशु-पक्षियों की भरमार रहती है। उन्हें मौसम, जलवायु, जल-संभरण तथा ठंडा रखने की समस्याओं के बारे में शहरी बच्चों की अपेक्षा अधिक ज्ञान होता है।

बड़ी छोटी उम्र में ही वे इतना समझ चुके होते हैं कि ईंधन के जलने से गर्मी और प्रकाश पैदा होता है तथा रात को आकाश कैसा होता है। प्राथमिक कक्षाओं के बहुत से विद्यार्थी ऐसे बहुत से घरेलू और गाँवों के कामधंधे जानते हैं जिनमें विज्ञान के सिद्धांत निहित रहते हैं। इस कारण हमारे देश के ग्रामीण बच्चे भी अन्य देशों के बच्चों की तरह विज्ञान की शिक्षा आरंभ करने के लिए एक अद्भुत प्रवृत्ति रखते हैं।

यह ठीक है कि ग्रामीण स्कूलों में विज्ञान की शिक्षा के लिए उपयुक्त साजसामान बहुत थोड़ा या बिल्कुल ही नहीं होता फिर भी उनके पास कई अन्य उपयोगी साधन रहते हैं जिनसे वे काम चला सकते हैं। प्रतिदिन के भोजन, वस्त्र और गृहनिर्माण में विज्ञान के सिद्धांत निहित हैं। विज्ञान के अनेक सिद्धांत खेतों, बाजारों और रसोईघर में व्यवहार में लाए जाते हैं। नित्य काम आनेवाली अनेक वस्तुओं जैसे मिट्टी के बर्तनों, बिजली की टॉर्चों, काँच के जारों, डोरी, कागज, पत्थरों और मिट्टी की सहायता से विज्ञान पढ़ाया जा सकता है।

इस पुस्तक का उद्देश्य ऐसे अध्यापकों की सहायता करना है, जिनके पास विज्ञान की शिक्षा देने का अनुभव नहीं है। बच्चों को नित्य के जीवन में काम आनेवाली वस्तुओं के साथ जो अनुभव होते हैं, अध्यापक वैज्ञानिक सिद्धांत को पढ़ाने में उनका लाभ उठा सकता है।

बच्चों को विज्ञान क्यों पढ़ाएँ ?

इस प्रश्न का कारगर ढंग से उत्तर देने के लिए इस बात का विश्लेषण करना चाहिए कि विज्ञान क्या है और वैज्ञानिक क्या करते हैं? दुर्भाग्य से इन दोनों बातों के बारे में भारी गलतफहमियाँ हैं। बहुत से लोग यह समझते हैं कि बस कुछ सिद्धांतों, तथ्यों, विधियों और वैज्ञानिक नामों का संग्रहमात्र ही विज्ञान है। वे समझते हैं कि वैज्ञानिक ऐसा व्यक्ति होता है जो इन बातों को भली भाँति जानता है और अपने काम में अपनी स्मृति का लाभ उठाता है। किन्तु यह बात सच नहीं है। विज्ञान ज्ञान के संग्रहमात्र से कहीं अधिक है: यह एक बौद्धिक प्रयास भी है जिसमें वैज्ञानिक बराबर लगे रहते हैं। अर्थात विज्ञान केवल एक विषय मात्र न होकर वास्तविक समस्याओं के हल करने की एक विशेष प्रणाली है। चाहे वे समस्याएँ छोटी हों या बड़ी, वैज्ञानिक हों या अन्य प्रकार की।

विज्ञान सोचने और काम करने की एक अभिवृत्ति, प्राकृतिक और मानव-निर्मित पर्यावरण को समझने की पृष्ठभूमि है। जब वैज्ञानिक अपना काम करते हैं, तो यह सच है कि वे उस सबका उपयोग करते हैं जो उन्होंने सीखा है। फिर भी केवल हर बात को याद रखना ही उनके लिए विशेष रूप से मूल्यवान नहीं है। अच्छी से अच्छी स्मृति भी मनुष्य

को धोखा दे जाती है। जब तक वैज्ञानिक विश्वविद्यालय में अपनी शिक्षा पूर्ण करता है तब तक विज्ञान के नए विचार तेज़ी से विकसित होकर सामने आते रहते हैं। विचित्र बात यह है कि वैज्ञानिक से, केवल जो ज्ञात है उसी के बारे में बताने की अपेक्षा नहीं की जाती, बल्कि अज्ञात के बारे में खोज करने की अपेक्षा की जाती है। इस प्रकार उसका काम, जो कुछ ज्ञात है उसको बार-बार दुहराना नहीं बल्कि इससे कहीं भिन्न है। अनुसंधान बहुत कुछ एक ऐसी सर्जनात्मक प्रक्रिया है, जिसमें वैज्ञानिक या तो नई-नई बातें मालूम करता है या वह नई परिस्थितियों में वर्तमान सिद्धांतों का व्यवहार करता है।

इसमें संदेह नहीं कि ज्ञान प्राप्त करना और हुनर सीखना भी विज्ञान है; पर यह उसका केवल एक अंग है। इसका एक और भी पक्ष है और उसे भी महत्त्वपूर्ण समझना चाहिए। यह पक्ष है वैज्ञानिकों के वे ढंग, जिनसे वे नया ज्ञान प्राप्त करते हैं और वे अभिवृत्तियाँ जिनसे वे काम करते हैं। वैज्ञानिकों के कार्यकलाप और समाज में विज्ञान का जो स्थान होता है वह भी विज्ञान के अंतर्गत आता है। वैज्ञानिक जो कुछ जानता है केवल वही विज्ञान नहीं, बल्कि जो वह करता है वह भी विज्ञान है।

वैज्ञानिक प्रयास के इन दो पक्षों को कई शब्दों से प्रकट किया जाता है जैसे--'विषय' और 'विधि', 'विषय वस्तु' और 'क्रिया', 'ज्ञान' और 'व्यवहार'। इस पुस्तक में जिन शब्दों का प्रयोग किया गया है और जो काफी मान्य हैं, वे हैं--'फल' और 'प्रक्रिया'।

विज्ञान के 'फल' से अभिप्राय क्या है? विज्ञान के इस पक्ष से संसार भर के विद्यार्थी और शिक्षक परिचित हैं। यही मूलतः ज्ञान का पक्ष है जिसमें तथ्य और आँकड़े, सूत्र और समीकरण, सिद्धांत और वैज्ञानिक नियम सम्मिलित हैं। वास्तव में विज्ञान के इसी पक्ष के अध्यापन पर अधिकांश देशों में सबसे अधिक जोर दिया जाता है।

विज्ञान की 'प्रक्रिया' का तात्पर्य उन कार्यों से है जो वैज्ञानिक करते हैं। इसमें उनका पुस्तकों या पत्रिकाओं से जानकारी प्राप्त करना, अपने आप देख-सुनकर सीखना, स्वयं प्रयोग करना (अर्थात विशेष प्रेक्षण के लिए पर्यावरण में परिवर्तन करना) आदि शामिल हैं। इसका अर्थ उस तरीके से भी है, जिसके द्वारा वे सत्य क्या हो सकता है इस विषय में अपने विचारों को विकसित करते हैं, वह तरीका जिससे वे इन विचारों की परीक्षा करते हैं और वह तरीका जिससे वे अपने विचारों को दूसरों तक पहुँचाते हैं। इसी तरह की बातों को प्रायः वैज्ञानिक विधियाँ कहा जाता है। केवल वैज्ञानिकों में ही नहीं बल्कि यदि यही क्षमता सब स्त्री-पुरुषों और लड़के-लड़कियों में हो तो वे अधिक सफल और संतुष्ट हो सकते हैं।

विज्ञान की प्रक्रिया में सोचने-विचारने का तरीका भी शामिल है जिसे प्रायः वैज्ञानिक अभिवृत्ति कहा जाता है। इसका अर्थ है : जानने की इच्छा या जिज्ञासा, ईमानदारीपूर्ण संदेह, दूसरों के विचारों के प्रति सहिष्णुता और अपना निर्णय तुरंत न देना। अपनी गलती को स्वीकार करना और परंपरा, अंधविश्वास या संवेग के वशीभूत न होकर, प्रमाण के आधार पर निर्णय करना इसमें शामिल है। जो लोग इस ढंग से काम करते हैं, भले ही वे वैज्ञानिक हों या कुछ और, ज्यादा अच्छे रहते हैं।

विज्ञान की प्रक्रिया का अर्थ यह भी है कि किसी आधुनिक राष्ट्र में विज्ञान की क्या भूमिका है। इसमें यह भी शामिल है कि किसी देश की कृषि और स्वास्थ्य, उद्योग-धंधों तथा संचार और परिवहन की उन्नति में विज्ञान का क्या हाथ है। इसका अर्थ यह है कि विज्ञान का काम रहन-सहन का सामान्य स्तर ऊपर उठाना और व्यक्तिगत या राष्ट्रीय सुरक्षा में योग देना होता है। किन्तु शायद इससे भी ज्यादा इसका अर्थ वह कार्य है जो विज्ञान और वैज्ञानिक करते हैं--वे अपने द्वारा देखी गई बातों की व्याख्या ढूँढ़ते हैं। इस दृष्टि से देखने पर विज्ञान एक ऐसी विशेष जिज्ञासा, ऐसा बौद्धिक अध्यवसाय है, जिसमें हर आदमी अपनी-अपनी क्षमता के अनुसार भाग ले सकता है।

यदि विज्ञान के बारे में यही आधुनिक संकल्पना है, तो प्रश्न उठता है कि प्राथमिक कक्षाओं के विद्यार्थियों का इससे फिर क्या वास्ता? विज्ञान दो तरह से इन बच्चों पर प्रभाव डालता है।

एक तो यह कि बच्चे भी आधुनिक युग में पलने और बढ़नेवाले व्यक्ति की भाँति ही युग से प्रभावित होते हैं और आज की दुनिया केवल एक ही पीढ़ी पहले की दुनिया से बहुत भिन्न है। विज्ञान के कारण जो भी प्रगति हुई है उससे इन बच्चों पर प्रभाव तो पड़ता ही है। वे प्लास्टिक की चीज़ों, रासायनिक पदार्थों के बने कपड़ों और दवाओं का प्रयोग

करते हैं। ये चीज़े तब लगभग नहीं थीं जब उनके माँ-बाप बच्चे थे। इन बच्चों पर संचार के नए आधुनिक साधनों जैसे तार, रेडियो, सिनेमा और परिवहन के बेहतर साधनों का भी प्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है। उर्वरकों, अच्छी उपज के लिए संकर बीजों, सिंचाई तथा खेती के उन्नत तरीकों और सफ़ाई के नए स्तर का भी उन पर प्रभाव पड़ता है। उन पर जनसंख्या की वृद्धि रोकने की आवश्यकता, प्रतिदिन काम में आनेवाले औजारों और मशीनों, बिजली और रासायनिक शक्ति आदि का भी जिनका कि दैनिक जीवन में अधिकाधिक प्रयोग होता है, प्रभाव पड़ता है। आज के परिवर्तनशील संसार में हर बच्चे को अपने चारों ओर बदलती हुई दुनिया की नई-नई बातों को अवश्य सीखना चाहिए।

वैज्ञानिक जिस ढंग से काम करते हैं, बच्चों पर भी उसका प्रभाव पड़ता है। सच तो यह है कि बच्चों को स्वयं विज्ञान-विशेषज्ञ होना चाहिए। बच्चों को नया ज्ञान अर्जित करने, इस बात को समझने की कि उनके चारों ओर क्या हो रहा है और वे जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में क्या करेंगे आदि का निर्णय और निश्चय करने की स्वयं आवश्यकता है। बच्चों के इस तरह के काम, वैज्ञानिकों के काम से बहुत मिलते-जुलते हैं। इस प्रकार विज्ञान की प्रक्रिया और विज्ञान का फल, बहुत छोटे बच्चों के लिए अत्यधिक महत्त्व की बातें हैं।

विज्ञान एक और रीति से भी लोगों को प्रभावित करता है। वह इस तरह कि विज्ञान का प्रभाव समाज पर पड़ता है और समाज का मनुष्य पर। दूर से दूर गाँव का भी आज अच्छे संचार साधनों और परिवहन साधनों के कारण शेष संसार से किसी न किसी रूप में संपर्क है। माल के अधिक उत्पादन से और सेवाओं की अधिक माँग होने से हमारा जीवन-स्तर ही नहीं बदलता बल्कि हमारे रोजमर्रा के काम पर भी प्रभाव पड़ता है। जनसंख्या की वृद्धि से एक नई आवश्यकता सामने आती है, वह है संतति-निरोध के राष्ट्र-व्यापी प्रयत्नों की।

कुछ ही वर्ष पहले की अपेक्षा आज के युग के बच्चे के लिए विज्ञान का व्यापक अर्थ समझ पाना कहीं कठिन हो गया है। यह ठीक है कि आज जानने के लिए इतना अधिक विज्ञान सामने है, जितना एक पीढ़ी पहले नहीं था। और कठिनाई इसलिए नहीं है कि विज्ञान की विशालता के कारण इसके सीखने का क्षेत्र बहुत बढ़ गया है बल्कि विज्ञान की शिक्षा उसके पेचीदेपन के कारण आज बहुत कठिन हो गई है। आज के युवक को विज्ञान के कुछ सिद्धांत ही नहीं आने चाहिएँ, बल्कि उनको प्रयुक्त करना तथा आवश्यकता पड़ने पर नई जानकारी कैसे हासिल की जाए, यह भी जानना चाहिए।

इन्हीं कारणों से हमें बच्चों को बहुत छुटपन से ही विज्ञान के बारे में सीखने को प्रवृत्त करना चाहिए। इस बात के बहुत से प्रमाण हैं कि स्कूल जाने से पहले की अवस्था के बच्चे भी विज्ञान के मोटे-मोटे सिद्धांत सीख सकते हैं। इससे भी बढ़कर महत्त्व इस बात का है कि वे विज्ञान की प्रक्रिया का अच्छे ढंग से प्रयोग भी कर सकते हैं। उदाहरण के लिए तीन या चार साल की अवस्था तक बच्चे जो कुछ भी सीखते हैं वह केवल देख-सुनकर या अपने अनुभव से ही सीखते हैं। यही प्रयोगशाला में काम करनेवाले वैज्ञानिक के मूल साधन हैं। स्कूल जाने से पहले ही बच्चे विज्ञान के बारे में ऐसी महत्त्वपूर्ण अभिवृत्तियाँ बना सकते हैं जैसे जिज्ञासा, दूसरों के विचारों को सहन करना और प्रस्थापित सत्ता या मत के प्रति सादर शंका आदि। इस कारण हम बच्चों को जितनी जल्दी विज्ञान सिखाना शुरू कर दें उतना ही अच्छा है। प्राथमिक शिक्षा के आजकल के विकास को देखते हुए अपने देश में बच्चों के लिए पहली कक्षा से ही विज्ञान की शिक्षा आरंभ कर देना सबसे अच्छा होगा।

विज्ञान कैसे पढ़ाया जाए ?

पिछले पृष्ठों में विज्ञान का जो विश्लेषण किया गया है, उसी में से विज्ञान की पढ़ाई का उपयोगी तरीका निकाला जा सकता है। यदि विज्ञान प्रक्रिया और फल है तो उसी ढंग से इसकी शिक्षा भी देनी होगी। यदि यह ठीक है कि वैज्ञानिक के लिए केवल तथ्यों या सिद्धांतों का याद रखना ही बहुत अहम बात नहीं है तब तो बच्चों के सामने भी विज्ञान का ऐसा चित्र नहीं रखना चाहिए। यदि यह सच है कि समस्या को हल करना, निर्णय करना, सर्जनात्मक जिज्ञासा और सफल खोज ही विज्ञान की मूल विशेषताएँ हैं तो बच्चों को स्कूल में विज्ञान पढ़ाने के लिए इसी प्रकार के काम अधिक देने चाहिएँ।

इसका यह अर्थ नहीं कि विज्ञान की शिक्षा में ज्ञान का कोई स्थान नहीं। इसका अर्थ यही है कि ज्ञान को समझने की आवश्यकता है, याद करने मात्र की नहीं। इसका यह

भी अर्थ है कि वैज्ञानिक जो कुछ जानते हैं उस सबको पाठ्यक्रम में शामिल नहीं किया जा सकता। बल्कि हमें विज्ञान के उन विचारों को चुनना चाहिए जो बच्चों के लिए सबसे अधिक उपयुक्त हों। इसके साथ ही विज्ञान की विषयवस्तु इस प्रकार चुननी चाहिए जो कि व्यापक रूप से समझाई जा सके और जो मनुष्य के अनुभवों से मेल खाती हो। व्यापक रूप से समझी जानेवाली बातों को प्रायः संकल्पनात्मक विषयवस्तु कहते हैं। ये ऐसे व्यापक और प्रमुख विचार होते हैं जो विषयवस्तु के प्रचलित दायरों में नहीं आते। ऐसे विचार केवल विज्ञान की प्रयोगशालाओं में ही व्यवहार में नहीं आते बल्कि आम लोगों के नित्य के जीवन में भी काम आते हैं। नीचे दी गई 15 संकल्पनात्मक विषयवस्तुओं की तालिका पाठ्य-विषय को चुनने के नए ढंग प्रस्तुत करती है :

1 हर कार्य का कोई एक या उससे अधिक कारण होते हैं।
2 समय, स्थिति, आकार और दिक् में गति के मान सापेक्ष होते हैं, निरपेक्ष नहीं।
3 प्राकृतिक नियम सार्वभौम होते हैं और उन्हें समय और दिक् में सिद्ध करके दिखाया जा सकता है।
4 असमानता और भिन्नता प्राकृतिक घटनाओं के सामान्य गुण हैं।
5 प्राकृतिक भिन्नता के बावजूद विश्व की वस्तुओं में कुछ प्रकार की समानता भी पाई जाती हैं और इनका मानव द्वारा वर्गीकरण भी किया जा सकता है।
6 प्रकृति की गतिमान निरंतरता में परिवर्तन एक. सामान्य अवस्था है।
7 प्राकृतिक परिवर्तन के बावजूद आनुवंशिकता का प्रभाव जीवित वस्तुओं की मुख्य विशेषताओं को एक से दूसरी पीढ़ी में बनाए रखता है।
8 पर्यावरण के साथ परस्पर-निर्भरता और परस्पर-क्रिया प्रकृति के सार्वभौम संबंध हैं।
9 पदार्थ की प्रकृति कणात्मक है।
10 हर प्राकृतिक घटना में ऊर्जा में अंतर्परिवर्तन होते हैं।
11 ऊर्जा कई प्रकार से और कई रूपों में प्रेषित की जा सकती है।
12 प्रभाव का क्षेत्र उसके उत्पत्ति के स्थान से कहीं ज्यादा होता है।
13 संतुलन एक ऐसी अवस्था है, जिसकी ओर विश्व के समस्त तंत्र उन्मुख हैं।
14 जीवधारी पदार्थ और ऊर्जा के बहुत विशिष्ट तंत्र हैं।
15 किसी भी अलग तंत्र में, पदार्थ और ऊर्जा का समस्त योग स्थिर रहता है।

इन संकल्पनात्मक विषयवस्तुओं को इस पुस्तिका में सप्रयास समाहित किया गया है। बहुत से स्थलों पर इनमें से एक या अधिक का निश्चित उल्लेख किया गया है। इसमें अध्यापकों के लिए जो सीखने की क्रियाएँ और चुने हुए विशिष्ट भाग रखे गए हैं, उनसे इन संकल्पनात्मक विषय-वस्तुओं की ओर ध्यान केन्द्रित होता है और अध्यापकों के लिए वे तरीके सुझाए गए हैं, जिनसे वे बच्चों को अच्छी तरह समझा सकते हैं।

बच्चों की विशेषताएँ क्या हैं ?

शिक्षा मनोविज्ञान ने, बच्चों को समझने के लिए वयस्कों के अनुभव और ज्ञान को काफी बढ़ा दिया है और अब हम बच्चों की प्रवृति को और उनके सीखने के ढंगों को और अच्छी तरह जानने लगे हैं। बच्चों की रुचियाँ और अभि-वृत्तियाँ उनकी अवस्था के साथ बदलती रहती हैं। कभी-कभी ये विशेषताएँ उस शहरी या ग्रामीण पर्यावरण के साथ बदलती हैं जिसमें वे होते हैं। परिवार और स्कूल के पर्यावरण का भी उनके विकास में बड़ा हाथ रहता है।

छः या सात बरस का बच्चा प्रायः अपनी बात मनवाने की प्रवृत्ति दिखाता है और कोई उसे किसी बात के लिए मजबूर करे, यह उसे अच्छा नहीं लगता। उसकी जिज्ञासा बड़ी बलवती होती है और वह हर चीज को खोजना, छूना, अनुभव करना और अपनी हर इंद्रिय का प्रयोग करना चाहता है। उसमें दूसरे से आगे बढ़ने या प्रतियोगिता की बड़ी तीव्र भावना होती है और हर बात में अपने साथियों से आगे रहना चाहता है। वह अपने आसपास मिलने वाली ईंटों, पत्थरों, मिट्टी आदि को इकट्ठा करता है। वह स्वयं और अपने साथियों को घर बनाने, खाना पकाने और दूसरे कामों में जुटाए रखता है। वह खिलौनों से भी खेलना चाहता है। वह खिलौने बनाने की कोशिश करता है और जल्दी ही उन्हें बिगाड़ भी देता है। एक चीज में उसका ध्यान करीब पंद्रह मिनट तक लगता है। प्रोत्साहन से उसे अपने प्रयत्न और खोज में बड़ी सहायता मिलती है।

इस अवस्था में बच्चों के चरित्र के निर्माण और विकास को दृष्टि में रखकर माता-पिता और अध्यापकों को बहुत सावधानी से व्यवहार करने की आवश्यकता होती है। बच्चे पर ऐसे कामों का बोझ नहीं डालना चाहिए जो वह न कर सके। कक्षा में उसकी देखभाल निकट से और ध्यान से होनी चाहिए क्योंकि वह बहुत थोड़ी देर तक ही एक काम में ध्यान लगा सकता है इसलिए 30-35 मिनट के घंटे में उसे 2-3 प्रकार के काम देना उपयोगी रहेगा।

आठ वर्ष का बच्चा तर्कसंगत रूप से सोचना शुरू कर देता है और जो भी साधन उसे उपलब्ध हों, उनके द्वारा अपने आपको ठीक ढंग से अभिव्यक्त करने का उचित प्रयत्न करता है। वह यथार्थ और कल्पना में भेद करना आरंभ कर देता है। सामान्यतः उसमें बहुत अधिक शक्ति होती है जो उसकी शारीरिक क्रियाओं द्वारा प्रगट होती है। जब उसे चलना चाहिए तो वह दौड़ता है। उसकी शक्ति को ऐसे बहुत से कार्यों द्वारा जिनमें बच्चे का अधिक से अधिक मन लगे, उचित ढंग से उपयोगी कामों में लगाना चाहिए।

नौ वर्ष का बच्चा अपनी रुचियों को विकसित करने लगता है। अब वह अपने बड़ों या अध्यापक पर पहले जैसा निर्भर नहीं होता। वह दिक्-काल के साधारण संबंध को समझ सकता है तथा भूत और वर्तमान के अंतर को भी समझता है। वह किसी के कहने को तब तक स्वीकार नहीं करता जब तक उसमें स्वयं विश्वास न करे। यही उसकी वह अवस्था है जब उसे उन प्रश्नों के उत्तर ढूँढ़ने के तरीके सुझाने चाहिएँ जिन्हें वह स्वयं उठाता है।

दस वर्ष का बच्चा कुछ विवेचनात्मक चिंतन करने लायक हो जाता है। उसकी जिज्ञासा बराबर बनी रहती है और उसमें प्रयोग या परीक्षण करने की रुचियाँ जाग्रत होती हैं और वह दल या टोली बनाकर काम करना पसंद करता है। वह अब अधिक परिपक्व हो जाता है और छुटपन की अपेक्षा जटिल संबंधों को अधिक समझ सकता है। वह साहसिक कामों की पुस्तकें पढ़ना पसंद करता है। वह वैज्ञानिक और विज्ञान संबंधी निष्पत्तियों को समझने लगता है।

बच्चे कैसे सीखते हैं, इस बारे में हमें क्या मालूम है ?

शिक्षा मनोविज्ञान में जो अनुसंधान हुए हैं उनसे पता चलता है कि केवल बता देना ही बच्चों को सिखाने या पढ़ाने की सर्वोत्तम विधि नहीं है। बल्कि जब किसी विषय से संबंध रखनेवाले कार्यों में उन्हें व्यक्तिगत रूप से लगाया जाता है तो वे अच्छी तरह सीख लेते हैं। संक्षेप में कहें तो बच्चे काम करने से अधिक सीखते हैं। बड़ों के बारे में भी ऐसा ही है। हर अवस्था के विद्यार्थियों के लिए पढ़कर और सुनकर ज्ञान प्राप्त करना सदा आवश्यक रहेगा। फिर भी जहाँ संभव हो अध्यापकों को चाहिए कि वे अपनी योजना इस ढंग से बनाएँ कि बच्चों को काम के द्वारा सीखने का अवसर मिले। 'विज्ञान बोल-बताकर' नहीं पढ़ाया जा सकता। अध्यापकों को चाहिए कि वे बच्चों के लिए अधिक से अधिक और विविध सीखने वाले अनुभव जुटाने का प्रयत्न करें। इस ढंग से जो कुछ सीखा-पढ़ा जाता है वह अधिक सार्थक होता है और बच्चे उसे सुनकर और पढ़कर सीखे हुए की अपेक्षा कम भूलते हैं। अध्यापकों को चाहिए कि जहाँ तक संभव हो वे स्वतः विद्यार्थियों के ही समझे हुए प्रमाणों के आधार पर उनके विज्ञान संबंधी विचारों को विकसित होने दें।

शिक्षकों की इस पुस्तिका में किस पाठ्यचर्या का अनुसरण किया गया है ?

यह पुस्तिका 'राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्' द्वारा 1963 में प्रकाशित 'सामान्य विज्ञान पाठ्य-चर्या—कक्षा 1 से 8' के आधार पर बनाई गई है। उस पाठ्य-चर्या के ब्यौरे में कुछ सुधार हुए हैं और इस पुस्तिका में भी उसी के अनुरूप परिवर्तन हुए हैं। ऐसे कुछ उदाहरण नीचे दिए गए हैं :

1 'ऊर्जा और काम' संबंधी इकाई को बढ़ाया और दुबारा लिखा गया है। यह इस विश्वास के कारण किया गया है कि ऊर्जा और काम की संकल्पनाएँ इतनी महत्त्वपूर्ण हैं कि उन्हें चौथी कक्षा तक नहीं टाला जा सकता। सौभाग्य से इनमें से अधिकांश संकल्पनाओं को पहली तीन कक्षाओं के विद्यार्थी समझ सकते हैं। इसी के अनुसार इस इकाई को बढ़ाया गया है और इसे पहली पाँचों कक्षाओं में बाँट दिया गया है।

2 'पदार्थ और सामग्री' संबंधी इकाई को भी इन्हीं कारणों से 'ऊर्जा और काम' संबंधी इकाई की तरह ही लिखा गया है। इसे भी बढ़ाकर पहली से पाँचवीं कक्षा तक बाँट दिया गया है।

3 इकाई 'वैज्ञानिकों की कार्यविधि' को पाठ्यचर्या की सब इकाइयों में बाँट दिया गया है। यह अनुभव किया गया कि वैज्ञानिकों के कार्यों का उल्लेख तभी अधिक लाभदायक रहेगा जब उसे संकल्पनात्मक संबंधी कथानक या काम की समुचित इकाई के साथ पढ़ाया जाए।

4 'माप' संबंधी इकाई को भी इसी प्रकार समुचित इकाइयों में बाँट दिया गया है। उस इकाई में पहले जो संकल्पनाएँ थीं, उनमें से अधिकांश को अब 'हमारा विश्व', 'वायु, जल और मौसम', 'ऊर्जा और काम' तथा 'पदार्थ और सामग्री' आदि इकाइयों में स्थान दिया गया है।

1963 की 'सामान्य विज्ञान पाठ्यचर्या' में इस हेरफेर के बावजूद अध्यापकों को इस पुस्तिका की सहायता से पुरानी पाठ्यचर्या पढ़ाने में कोई कठिनाई नहीं होगी।

इस प्रकार 'सामान्य विज्ञान पाठ्यचर्या—कक्षा 1-8' की 13 इकाइयों की संख्या घटाकर 11 कर दी गई है। प्रकाशन के उद्देश्य से इन 11 इकाइयों को फिर से तीन प्रमुख भागों में रखा गया है। तीनों भाग तीन पृथक-पृथक खंडों में छापे गए हैं जिनमें से एक खंड प्रस्तुत है। इन तीन नई जिल्दों को, इकाइयों के नए क्रम को और उनके नए क्रमांकों को नीचे दिए चार्ट में दिखाया गया है।

खंड 1—पृथ्वी से संबंधित विज्ञान

इकाई 1—हमारा विश्व (पहले की इकाई 12)
इकाई 2—वायु, जल और मौसम (पहले की इकाई 1)
इकाई 3—शैल, मिट्टी और खनिज (पहले की इकाई 2)

खंड 2—भौतिक विज्ञान

इकाई 4—ऊर्जा और काम (पहले की इकाई 6)
इकाई 5—पदार्थ और सामग्री (पहले की इकाई 7)
इकाई 6—घर और वस्त्र (पहले की इकाई 5)

खंड 3—जैव विज्ञान

इकाई 7—जीवित वस्तुएँ (पहले की इकाई 8)
इकाई 8—वनस्पति जगत (पहले की इकाई 9)
इकाई 9—जीव जगत (पहले की इकाई 10)
इकाई 10—मनुष्य का शरीर, स्वास्थ्य और स्वास्थ्य-रक्षा (पहले की इकाई 3)
इकाई 11—सुरक्षा और प्राथमिक सहायता (पहले की इकाई 4)

इस प्रकार तीन खंडों वाली प्राथमिक कक्षाओं के लिए सामान्य विज्ञान—अध्यापकों के लिए प्रयोग-पुस्तिका को तीन तर्कसंगत भागों में बाँटा गया है। किन्तु इसका यह आशय नहीं कि बच्चों को विज्ञान सीखने में उन्हें इसी प्रकार की विषय-व्यवस्था से बाँधा जाए। यह अत्यंत तर्कसंगत विषय-व्यवस्था वैज्ञानिकों के विचारों से बहुत मेल खाती है और पाठ्यचर्या तैयार करने वालों और कक्षा में पढ़ानेवाले अध्यापकों की आवश्यकता भी पूरी करती है। किंतु यह बच्चों की दिलचस्पी और उनके सीखने के तरीकों को नहीं बताती है।

यह पुस्तिका उपयोगी कैसे हो सकती है ?

इस पुस्तिका में प्रत्येक इकाई की हर कक्षा का स्तर एक सामान्य दृष्टि द्वारा समझाया गया है। इसका उद्देश्य यह है कि अध्यापक को यह पता लग जाए कि इस इकाई और इस कक्षा में उसे क्या बताना है, यह बच्चों की शिक्षा में क्यों महत्त्वपूर्ण है और इस इकाई के बारे में विद्यार्थी अब तक कितना जान चुके हैं।

प्रत्येक कक्षा स्तर पर काम की सभी ग्यारह इकाइयों को प्रमुख संकल्पनाओं में विभाजित किया गया है। प्रत्येक प्रमुख संकल्पना को उपसंकल्पना में बाँटा गया है। शिक्षकों की प्रयोग-पुस्तिका की विषय व्यवस्था भी इसी ढंग पर है। हर उप-संकल्पना, ज्ञान और उसे कैसे समझा जाए, इसके बारे में संक्षिप्त कथन से प्रारंभ होती है। इसका उद्देश्य अध्यापक के लिए एक संक्षिप्त पाठ प्रस्तुत कर देना है। इसके बाद एक या एक से अधिक सीखने की वे क्रियाएँ बनाई गई हैं, जिनसे विद्यार्थियों को उस उपसंकल्पना को समझने में मदद मिलती है। सीखने की इन क्रियाओं के अनेक प्रकार हैं। जैसे :

अन्वेषण
चर्चा
कक्षा प्रायोजना
बाहरी प्रेक्षण

प्रत्यक्षालाप

सामान्य अनुभव

क्रिया किसी भी प्रकार की क्यों न हो उसे आसानी से पहचान सकने के लिए बक्से में छापा गया है। इस बक्से में क्रिया का शीर्षक, आवश्यक सामान, क्रिया करने के बारे में सारी हिदायतें और अक्सर चित्र भी दिया गया है।

इसके अतिरिक्त प्रत्येक उपसंकल्पना में एक या एक से अधिक अतिरिक्त क्रियाएँ भी संक्षेप में सुझाई गई हैं। इन्हें आसानी से पहचानने के लिए आधे बक्से में छापा गया है। पूरे बक्से में दी गई क्रियाओं के विपरीत इनमें जल्दी से करने वाले कामों के सुझाव हैं और इनके बारे में विस्तार से हिदायतें नहीं लिखी गई हैं।

'वैज्ञानिकों की कार्यविधि' शीर्षक से सीखने की क्रिया का एक विशेष प्रकार प्रत्येक इकाई में कई बार आता है। ये अंश समुचित उपसंकल्पनाओं के तत्काल बाद या कक्षा स्तर के अंत में दिए गए हैं। 'वैज्ञानिकों की कार्यविधि' शीर्षक का प्रत्येक अंश बच्चों के लिए मूलतः कहानी ही है। आशय यह है कि अध्यापक इसको समझने के लिए पहले स्वयं अच्छी तरह पढ़ें और फिर बच्चों को अपनी भाषा और शैली में सुनाएँ। 'वैज्ञानिकों की कार्यविधि' को केवल कक्षा में पढ़ देने की अपेक्षा यह तरीका कहीं अच्छा है।

अनेक स्थलों पर अध्यापक को उससे कहीं अधिक जानने की आवश्यकता होती है, जितना उसे कक्षा में अपने विद्यार्थियों को पढ़ाना होता है। इसके लिए जहाँ आवश्यक है 'अच्छी तरह समझने के लिए' शीर्षक से अधिक जानकारी दी गई है।

विज्ञान पढ़ाने के लिए अध्यापकों को सहायता कहाँ से मिल सकती है ?

ऐसी आशा की जाती है कि विज्ञान के अध्यापन को सुधारने की दृष्टि से देशभर के सभी अध्यापक इस पुस्तिका को रुचिकर पाएँगे। यदि वास्तव में आपकी इस विषय में दिलचस्पी है तो आपको निस्संदेह और अधिक सहायता की आवश्यकता पड़ेगी। नीचे कुछ ऐसे तरीके दिए जा रहे हैं, जिनसे आप अतिरिक्त सहायता प्राप्त कर सकते हैं :

(क) नित्य की काम आनेवाली चीजों के बारे में आप आँख खोलकर देखते रहिए कि इनमें से बच्चों की जानी-पहचानी कौन-कौन-सी हो सकती हैं। यदि आप सचेत रहेंगे तो आपको पता चलेगा कि नित्य व्यवहार में आनेवाली बड़ी साधारण-सी समझी जानेवाली कुछ चीजें विज्ञान पढ़ाने के लिए बड़ी कारगर हो सकती हैं। आपको इस प्रयोग-पुस्तिका में बक्से में दी गई क्रियाओं में आम चीजों या सामग्री के ऐसे प्रयोगों के बहुत से उदाहरण मिलेंगे। अभ्यास से आप ऐसे ही और अधिक प्रयोग कर सकते हैं।

(ख) अपने आसपास के विशेषज्ञों की सहायता लीजिए। यद्यपि हो सकता है कि वे राष्ट्रीय ख्याति वाले न हों, फिर भी प्रत्येक समाज में कई विषयों के बहुत से ठोस विशेषज्ञ मिल जाते हैं। ये व्यक्ति सफल कृषक और अच्छे रसोइए हो सकते हैं, कुछ अनुभवी व्यापारी या कुशल मिस्त्री हो सकते हैं। कोई-कोई माता-पिता भी विज्ञान से संबंधित किसी दैनिक काम काज जैसे––सूत कातना, कपड़ा बुनना या गाड़ियों और खेती के अन्य औज़ारों को दुरुस्त रखना आदि में बड़े होशियार होते हैं। आसपास डाक्टर, व्यापारी, दर्जी, कुम्हार, स्वास्थ्य अधिकारी, जिला विकास अधिकारी आदि हैं। ऐसे लोगों को कक्षा में बुलाने का कोई अवसर हाथ से न जाने दीजिए या जहाँ वे काम करते हों वहाँ बच्चों को ले जाइए। इस प्रकार बच्चे न केवल संबंधित विज्ञान की बातें सीखेंगे वरन् अपने समाज में किसका क्या उपयोग और महत्त्व है, यह भी सीखेंगे।

(ग) सस्ती छपी हुई सामग्री जैसे––समाचारपत्रों, पत्रिकाओं और पुस्तकों आदि से पूरा लाभ उठाइए।

(घ) राज्य के विज्ञान शिक्षा संस्थान या राज्य शिक्षा संस्थान के विज्ञान अध्यापन विशेषज्ञों से जो सहायता आप ले सकते हों उसे लेने के लिए उनसे मिलिए। ये विशेषज्ञ अधिकतर प्रदेश की राजधानी में रहते हैं पर प्रायः ही राज्य भर में दौरा भी करते रहते हैं। उनको लिखिए और उनकी सहायता लीजिए।

(ङ) प्राथमिक शिक्षा के विस्तार केन्द्रों और अपने

निकटतम अध्यापक प्रशिक्षण विद्यालयों से संपर्क रखिए। इनमें से प्रत्येक संस्थान में एक या एक से अधिक विज्ञान-अध्यापन के विशेषज्ञ रहते हैं। यदि आप उनसे कोई सहायता माँगें तो आम तौर से वे सहायता दे सकते हैं।

पढ़ने के लिए क्या है?

यहाँ विज्ञान और विज्ञान-अध्यापन के बारे में कुछ चुने हुए प्रकाशनों और ग्रंथों की सूची दी जा रही है। इसमें वही सामग्री शामिल की गई है जो आसानी से उपलब्ध है और अपेक्षया सस्ती है।

सहायक ग्रंथ

जो शिक्षक सचमुच अपने विज्ञान-शिक्षण-कार्यक्रम में सुधार लाना चाहता है उसे कई प्रकार की सहायताएँ चाहिए। अन्य वस्तुओं के अतिरिक्त उसे पुस्तकें चाहिए—विज्ञान-विषयक पुस्तकें और विज्ञान पढ़ाने के तरीकों की पुस्तकें।

हमारे देश में बहुत-से शिक्षकों को अंग्रेज़ी की ऐसी उपयोगी पुस्तकें खोजने में कठिनाई होती है जो विज्ञान-शिक्षण को बेहतर बनाने में उनकी सहायता कर सकें। यद्यपि ऐसी पुस्तकों की संख्या अभी पर्याप्त नहीं है, तथापि स्थिति सुधरती जा रही है। यहाँ अंग्रेज़ी पुस्तकों की जो सूची दी जा रही है उसमें ऐसी पुस्तकें हैं जो प्रारंभिक स्कूल के विज्ञान-शिक्षकों के लिए न केवल उपयोगी हैं वरन् उन्हें उपलब्ध भी हो सकती हैं। पुस्तकों और लेखकों-प्रकाशकों के नाम-पते अंग्रेज़ी लिपि में ही दिए जा रहे हैं ताकि उनकी वर्तनी में कोई भ्रम न हो सके।

इकाई 1—हमारा विश्व

1 Grey. *The First Book of Astronomy*. Franklin Watts, Inc., New York.
2 Nicholson, Thomas D. *The Adventure Book of Stars*. Capital Publishing Co., Inc., New York.
3 Parker, Bertha M. *Basic Science Education Series*. Evanston, Row and Peterson.
   Beyond the Solar System
   Earth's Nearest Neighbour
   The Sun and its Family
   The Sky above us.
4 Wyler, Rose and Ames. *Golden Book of Astronomy*. Simon and Schuster, New York.
5 Zim, H.S. and Baker, R.H. *Stars*. Simon and Schuster, New York.

इकाई 2—वायु, जल और मौसम

1 Barnard and Edwards. *The New Basic Science*. Macmillan & Co., New York.
2 Brooks, Tracy and Tropp. *Modern Physical Science*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
3 Gorden Cook. *The World of Water*. The Dial Press, New York.
4 Parker, B. M. *Basic Science Education Series*. Evanston, Row and Peterson.
5 *Weather and its Forecasting*. Meteorological Department, Lodi Estate, New Delhi.
   Ask the Weatherman
   Clouds, Rain and Snow
   Our Ocean of Air
   Ways of the Weather.

इकाई 3—शैल, मिट्टी और खनिज

1 Krishnan, M. S. *Geology of India and Burma*. Higginbothams (P) Ltd., Madras.
2 Patrick Moore. *The Earth*. Muller, London.
3 Pearl, Richard M. *Rocks and Minerals*. Barnes and Noble, New York.
4 Podendorf, Illa. *Rocks and Minerals*. Muller, London.
5 Taylor, N. A. *Rocks and Fossils*. Vista Books, London.

सामान्य

1 Arey, C. A. *Science Experiments for Elementary Schools*. Bureau of Publications, Teachers College Columbia University, New York.
2 Blough, Schwartz and Huggett. *Elementary School Science and how to Teach it*. Dryden Press, New York.
3 Joseph, E. D. *Teaching of Science in the Tropical Primary Schools*. Oxford University Press, London.
4 Little, W. B. *General Elementary Science*. Pitman and Sons, Ltd., London.
5 *Resource Materials Elementary Science*. Concordia Publishing House, St. Louis, Missouri.
6 Science Masters Association. *Report on Teaching of General Science*. John Murray, London.
7 *Unesco Source Book for Science Teaching* (available with prominent book-sellers).
8 Verstraeten and Watts. *Science in Everyday Life*, Teaching Manual. Orient Longmans, Calcutta.

इकाई 3—शैल, मिट्टी और खनिज

1 Krishnan, M. S. *Geology of India and Burma*. Higginbothams (P) Ltd., Madras.
2 Patrick Moore. *The Earth*. Muller, London.
3 Pearl, Richard M. *Rocks and Minerals*. Barnes and Noble, New York.
4 Podendorf, Illa. *Rocks and Minerals*. Muller, London.
5 Taylor, N. A. *Rocks and Fossils*. Vista Books, London.

सामान्य

1 Arey, C. A. *Science Experiments for Elementary Schools*. Bureau of Publications, Teachers College Columbia University, New York.
2 Blough, Schwartz and Huggett. *Elementary School Science and how to Teach it*. Dryden Press, New York.
3 Joseph, E. D. *Teaching of Science in the Tropical Primary Schools*. Oxford University Press, London.
4 Little, W. B. *General Elementary Science*. Pitman and Sons, Ltd., London.
5 *Resource Materials Elementary Science*. Concordia Publishing House, St. Louis, Missouri.
6 Science Masters Association. *Report on Teaching of General Science*. John Murray, London.
7 *Unesco Source Book for Science Teaching* (available with prominent book-sellers).
8 Verstraeten and Watts. *Science in Everyday Life*, Teaching Manual. Orient Longmans, Calcutta.

इकाई 1

हमारा विश्व

पहली कक्षा

सामान्य दृष्टि

पहली कक्षा में आनेवाला हर सामान्य बच्चा सूरज, चाँद और तारों के अस्तित्व से भली भाँति परिचित होता है। उसे आकाश में दीखनेवाली इन चीज़ों के बारे में थोड़ा बहुत ज्ञान अवश्य रहता है। वह जानता है कि सूरज चमकता है और गर्म भी होता है और केवल दिन में ही दिखाई देता है। वह यह भी जानता है कि तारे बहुत छोटे-छोटे और बहुत दूरी पर स्थित हैं तथा रात में ही दिखाई पड़ते हैं। इनमें से कुछ बातें उसे अवश्य ही दूसरों ने बताई होंगी, पर अधिकांश बातें उसने स्वयं अपने प्रेक्षण द्वारा ही सीखी हैं।

पहली कक्षा में अध्यापक को बच्चों की इन्हीं जानी पहचानी बातों की चर्चा करने की कोशिश करनी चाहिए ताकि बच्चों को यह लगे कि वे स्वयं इतनी बातें समझते हैं। यहाँ बच्चों को यह सिखाने का प्रयत्न नहीं करना चाहिए कि आसमान में ये सब चीज़ें जैसी हैं वैसी क्यों हैं। क्योंकि अभी केवल इन चीज़ों का देखना और अनुभव करना तथा बच्चों के अल्प ज्ञान को जोड़कर कुछ तारतम्य बैठाना ही काफ़ी है। पहली कक्षा समाप्त करने तक बच्चों को सूरज, चाँद और तारों के बारे में कुछ मामूली सी जानकारी हो जानी चाहिए। उन्हें इतना जान लेना चाहिए कि आकाश की ये चीज़ें कब देखी जा सकती हैं और आकाश के किस भाग में ये चीज़ें दिखाई देती हैं। उन्हें इतना मालूम हो जाए कि सूर्य के प्रकाश से दिन होता है। उन्हें दिशाओं की भी कुछ जानकारी हो जानी चाहिए विशेष कर पूर्व-पश्चिम की तथा हो सके तो उत्तर और दक्षिण की भी।

इस कक्षा के स्तर पर इस इकाई भर में केवल दो ही प्रमुख वैज्ञानिक विचार रखे गए हैं। इनमें से एक है विविधता। आकाश में तरह-तरह की चीज़ें दिखाई देती हैं। चमक और रंग दोनों ही दृष्टि से तारे भी कई प्रकार के होते हैं।

इस कक्षा के स्तर पर दूसरा प्रमुख विचार है परिवर्तन। आकाश में दीखनेवाली हर चीज़ बदलती है। सूरज अपनी स्थिति को बदलता रहता है। वह जब क्षितिज के निकट होता है तो रंग में पीला बल्कि कुछ लाल और बड़ा भी दिखाई देता है। चंद्रमा चलता तो दिखाई देता ही है साथ ही साथ उसका रूप भी बदलता रहता है। यहाँ तक कि सितारे भी बदलते रहते हैं। घंटे-घंटे भर में ही उनकी स्थिति में परिवर्तन होता रहता है। कुछ तो देखते-देखते ही बदल जाते हैं यानी टिमटिमाते हैं।

प्रकृति में विविधता और परिवर्तन तथा स्वयं अपने ही प्रेक्षणों द्वारा मनुष्य की शिक्षा प्राप्त करने की योग्यता: बस यही वे 'प्रमुख विचार' हैं जो कि इस कक्षा के स्तर पर इस इकाई में रखे गए हैं।

1. सूर्य, चंद्रमा और तारे आकाश में स्थित हैं

बच्चों को आकाश में बड़ी दिलचस्पी होती है। उन्हें आकाश में बहुत सी चीज़ें दिखाई पड़ती हैं। वे हवा में पत्ते और कागज उड़ते देखते हैं। चिड़िया और कीट तथा कई विमान भी उन्हें आकाश में दिखाई देते हैं। फिर भी वे समझते हैं कि ये चीज़ें पूरी तरह आकाश में नहीं बल्कि हवा में उड़ती हैं। बच्चे बादलों को भी देखते हैं; कभी-कभी वे ठीक ही समझते

हैं कि ये हवा में हैं। फिर भी कई बार वे समझते हैं कि ये भी सूरज, चाँद और तारों की तरह आकाश में ही हैं।

पक्षी, विमान और बादल जबकि वास्तव में पृथ्वी के वायुमंडल में ही होते हैं; सूर्य, चंद्रमा, तारे और ग्रह इसमें नहीं होते। इस प्रमुख संकल्पना के अनुसार 'खगोलीय पिण्ड' ही आकाश की वस्तुएँ समझी जाती हैं। बच्चे भी इन्हें देखने हैं और इनके बारे में जानने को उत्सुक रहते हैं। आकाश की इन चीज़ों के बारे में जानना, उनके संचलन को समझना और उन्हें देख या समझकर आनंद लेना भी विज्ञान की जानकारी का ही एक अंग है।

1 (क). सूर्य दिन में ही दीखता है

वयस्क लोग जानते हैं कि सूर्य से ही दिन में प्रकाश होता है और रात तब होती है, जब सूर्य पृथ्वी के दूसरी ओर चला जाता है। पर छोटे बच्चे यही समझते हैं कि रात और दिन 'प्रकृति के नियम' हैं और 'सूरज बस यों ही दिन के समय आ जाता है।' वे यों भी कह सकते हैं कि बादलों के मौसम में भी तो दिन होता है, लेकिन तब तो सूर्य दिखाई नहीं देता। और यह भी कि धूप वाले दिन में सूरज तो एक स्थल पर रहता है पर रोशनी सारे आकाश में रहती है और दिन की रोशनी चारों तरफ फैली रहती है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए गए हैं जिनकी सहायता से बच्चे यह समझ सकते हैं कि आकाश में सूरज की उपस्थिति और प्रकाश के बने रहने में क्या संबंध है।

अन्वेषण — **क्या दिन में बत्तियों की ज़रूरत होती है ?**

बच्चों से कक्षा की बत्तियाँ जलाने को कहिए। बच्चों को आपस में बातचीत करके, फैसला करने दीजिए कि क्या कमरे की बत्तियाँ जलाना आवश्यक है जबकि कमरे में पहले से काफ़ी रोशनी थी। उन्हें यह भी मालूम करने दीजिए कि बत्तियाँ जलाने से क्या कमरे की रोशनी बढ़ जाती है। अब आकाश में निकले सूरज से इस बात का संबंध जोड़ने में उनकी मदद कीजिए। जब आकाश में सूर्य निकला हो तो कमरे में बत्ती जलाने की आवश्यकता नहीं होती। यह दिन का समय होता है।

बच्चों को यह देखने के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि यदि आधी रात को सूरज निकले तो कैसा लगेगा।

बच्चों को मोमबत्ती या लैम्प अथवा टार्च को दिन में जलाकर प्रयोग करने दीजिए।

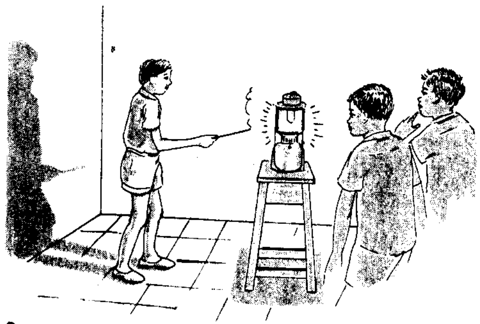
1 (ख). तारे रात में दिखाई देते हैं

तारों से प्रकाश निकलता है। दिन तथा रात में भी उनसे रोशनी फूटती है। लेकिन क्योंकि दिन में सूरज होता है इसलिए वे मंद दिखाई पड़ते हैं। यही कारण है कि दिन में तारे दिखाई नहीं देते। उनका प्रकाश ऐसा ही होता है जैसा कि सूर्य के प्रकाश में मोमबत्ती की रोशनी। तारे भी वास्तव में बहुत बड़े और चमकीले होते हैं। उनमें से कुछ तो सूरज से भी कई गुना बड़े हैं। लेकिन वे बहुत दूर होते हैं। इसी कारण उनका प्रकाश मंद होता है और वे रात में ही चमकते हैं जबकि सूर्य नहीं होता। नीचे के प्रयोग से छोटे बच्चों को यह बात स्पष्ट करने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण **तारे केवल रात में ही क्यों दिखाई देते हैं ?**

आवश्यक सामग्री
चमकीले प्रकाश का साधन, अगरबत्ती

अँधेरे कमरे के एक कोने में बच्चों को गैस की लालटेन (पेट्रोमैक्स) जैसी तीव्र प्रकाश देने वाली किसी चीज़ का प्रबंध करने दीजिए। किसी एक बच्चे से गैस की लालटेन जलवाइए। अब एक और बच्चे से अगरबत्ती जलवाइए और वह इसे पेट्रोमैक्स के पास पकड़े रखे, जैसा कि चित्र 1-1 में दिखाया गया है। कुछ बच्चों को कमरे के बिल्कुल दूसरे किनारे पर भेजिए और उनसे पूछिए कि क्या उन्हें अगरबत्ती की जलती नोंक साफ दिखाई देती है। अब उन्हीं को इसका उत्तर ढूँढने दीजिए कि उन्हें अगरबत्ती की जलती हुई नोंक साफ क्यों नहीं दिखाई देती। अब रोशनी बुझा दीजिए। अब उन्हें दीखेगा कि अगरबत्ती की नोंक अधिक चमक रही है और साफ़ दिखाई देती है। ऐसा क्यों हुआ ? उन्हें इस पर चर्चा करने दीजिए और कारण पता लगाने दीजिए। इसी बात की अब दिन और रात के आकाश से तुलना करने में बच्चों की सहायता कीजिए। इस प्रकार उन्हें यह समझने में सहायता कीजिए कि तारे रात में ही क्यों दिखाई देते हैं।



चित्र 1-1
तेज रोशनी के बिल्कुल पास वाली धीमी रोशनी को देख पाना कठिन होता है।

सामान्य अनुभव **क्या आकाश में तेज प्रकाश होने पर भी तारे दिखाई दे सकते हैं ?**

बच्चों को उनके रात के समय के अनुभव को याद दिलाइए। जब रात साफ़ होती है तो उन्हें खेतों में से तारे साफ़ दिखाई देते हैं। लेकिन जब वे बाजार में आ जाते हैं जहाँ सड़क पर बहुत सी तेज रोशनियाँ होती हैं तो उन्हें केवल बहुत चमकीले सितारों को छोड़ कर शेष बड़ी कठिनता से दिखाई पड़ते हैं। तारे तो सब वही हैं, कहीं नहीं गए, फिर ऐसा क्यों ? इसका मतलब यह हुआ कि यदि 'आकाश' के थोड़े से भाग में भी तेज प्रकाश हो तो तारे स्पष्टतः नहीं दिखाई पड़ते। इसी तरह यदि सारे आकाश में सूरज का बहुत तीव्र प्रकाश हो तो तारे बिल्कुल ही नहीं दिखाई पड़ सकते।

बच्चों को यह याद दिलाइए कि जब रात को चंद्रमा का पूरा प्रकाश होता है तो तारे कैसे पीले-पीले और मंद-मंद लगते हैं।

बच्चों को यह भी बताइए कि माचिस या मोमबत्ती का प्रकाश दिन के समय कैसा मंद लगता है। यद्यपि मोमबत्ती या दियासलाई की रोशनी और गर्मी, दिन में भी उतनी ही रहती है, जितनी रात में किन्तु रात में वह कहीं अधिक चमकीली प्रतीत होती है।

1 (ग). चंद्रमा रात में और कभी-कभी दिन में भी दिखाई देता है

चंद्रमा रात में ही साफ़ दिखाई देता है क्योंकि उस समय आकाश में सूर्य नहीं होता। कई बार सुबह या शाम को भी चंद्रमा दिखाई पड़ता है। लेकिन तब यह निष्प्रभ-सा दिखाई पड़ता है। जब चंद्रमा दिन के समय आकाश में दिखाई पड़ता है तब यह प्रायः सूर्य से दूर होता है। जब यह सुबह को आकाश में दिखाई देता है तो यह आकाश के पश्चिमी भाग में होता है और जब अपराह्न के समय दिखाई पड़ता है तो पूर्वी भाग की ओर होता है। यहाँ जो महत्त्व की बात बच्चों को समझानी है वह यह कि चाँद में इतना प्रकाश होता है कि वह सूरज के आकाश में रहते हुए भी दिखाई देता है। इसे समझने के लिए नीचे लिखे गए कुछ अनुभव सहायक होंगे।

अन्वेषण | **क्या दिन में तेज रोशनी दीख सकती है ?**

आवश्यक सामग्री
टॉर्च या और कोई तेज रोशनी

बच्चों को ऐसे समय बाहर ले जाइए जब खूब धूप हो। एक बच्चे को टार्च जलाने दीजिए। कुछ बच्चों को थोड़ी दूर जाने को कहिए। उन्हें मालूम करने दीजिए कि क्या उन्हें टार्च का प्रकाश दिन में दिखाई पड़ता है।

कभी जब दिन में चंद्रमा दिखाई दे रहा हो तो कक्षा के बच्चों का ध्यान इस ओर आकर्षित करवाइए। इस बात को उन्हें बताइए कि चंद्रमा सूर्य की लगभग उल्टी दिशा में है।

अच्छी तरह समझने के लिए

सूर्य और सितारे ऊर्जा के बहुत बड़े साधन हैं। उनके भीतर जो जटिल प्रतिक्रियाएँ होती हैं, उनके कारण उनसे असीम ताप और प्रकाश-ऊर्जा निकलती है। वे वास्तव में 'आग के गोले' नहीं हैं। वे तो उस आग की अपेक्षा, जिसे हम जानते हैं बहुत ही अधिक गरम और प्रकाशवान हैं।

चंद्रमा इसके विपरीत एक ठंडा और शांत गोला है। यह परावर्तित सूर्य-प्रकाश के कारण चमकता है। यदि सूर्य न चमके तो चंद्रमा दिखाई भी नहीं देगा।

यह विचार कि चंद्रमा परावर्तित प्रकाश से ही चमकता है, इस कक्षा और आगे की कक्षाओं में बहुत सी संकल्पनाओं में प्रयुक्त किया गया है। अतः अभी से विद्यार्थियों को इसकी समझ देनी शुरू करनी चाहिए।

2. सूर्य रोज उदय और अस्त होता है

सूर्य के उदय होने के साथ ही दिन शुरू होता है और अस्त होने पर दिन समाप्त होता है। उसके अस्त होने के साथ ही रात शुरू होती है। फिर सूर्य निकलने पर रात बीत जाती है। प्रतिदिन घर की उन्हीं खिड़कियों या दरवाजों से सुबह को धूप आती है। शाम को इनकी विपरीत दिशाओं की खिड़कियों और दरवाजों से सूर्य का प्रकाश घर में आता है। सूर्य के

घूमने से समय का संबंध है। सूरज और दिन व रात के चक्र से मनुष्यों और पशु जगत के बहुत से कार्य-कलापों का नियमन होता है।

2 (क). सूर्य प्रतिदिन उसी सामान्य दिशा (पूर्व) से उदय होता है

बादलों वाले दिनों को छोड़कर बच्चे कम से कम सप्ताह में एक दिन जब उनका सुबह का स्कूल न हो तो सूर्य का उदय होना देख सकते हैं। गर्मियों में तो यह रोज ही हो सकता है। महत्त्व की बात यह है कि सूर्योदय प्रतिदिन आकाश के एक ही सामान्य क्षेत्र में होता है। बच्चों को सूर्योदय देखने में सहायता की जा सकती है और वे आपस में तथा अध्यापक के साथ इस बारे में चर्चा कर सकते हैं। बच्चों को इस प्रकार के अनुभव देने के लिए निम्नलिखित तरीका हो सकता है।

बाहरी प्रेक्षण | **हम सूर्योदय कब और कहाँ देख पाते हैं ?**

बच्चों से कहिए कि वे सूर्योदय के समय उठ जाएँ, उनके माँ-बाप उनको जगा सकते हैं। उन्हें बताइए कि उगता हुआ सूरज कितना सुंदर लगता है और इस प्रकार उनमें सौन्दर्य की भावना और रुचि जागृत कीजिए। उनसे यह पता लगाने को कहिए कि उनके घर के किस दरवाज़े या खिड़की से होकर सुबह धूप आती है। उन्हें कई दिन तक यही करने दीजिए और जो कुछ वे देखें उसे अपने साथियों और अध्यापक को बताने दीजिए। इस तरह वे यह समझ जाएँगे कि सूर्य हमेशा एक ही दिशा में उदित होता है। अब आप उन्हें इस दिशा का नाम (पूर्व) बताइए।

जब भी आप बच्चों को सुबह खेलने के लिए ले जाएँ तो उनसे आकाश की ओर देखने को कहिए। सूर्य की क्या स्थिति है, यह देखने में उनकी सहायता कीजिए। इसे देखकर वे बता सकेंगे कि पूर्व किस दिशा को कहते हैं। वे यह भी बता सकेंगे कि अभी सवेरा है या दोपहर के करीब का समय है।

2 (ख). सूर्य प्रतिदिन उसी सामान्य दिशा (पश्चिम) में अस्त होता है

बच्चे सूर्य को अस्त होते हुए तो वर्ष में सैकड़ों बार देख सकते हैं। वे अपने स्वयं के प्रेक्षणों से यह जान चुके होते हैं कि सूरज हमेशा पूर्व से निकलता है इसलिए उनकी समझ में यह आसानी से आ जाएगा कि सूर्य अस्त भी एक ही दिशा में होता है। साथ ही यह भी कि यह दिशा सूर्योदय की दिशा से विपरीत होती है। बच्चों को रंग बहुत पसंद होते हैं और सूर्यास्त के समय पश्चिमी आकाश में तरह-तरह के रंगों की भरमार रहती है। सूर्यास्त को देखने के ये तरीके हो सकते हैं :

सैर | **आओ सूर्य देखने चलें**

बच्चों को शाम को टहलाने ले जाइए। उनसे डूबते सूरज को देखने को कहिए। उनका ध्यान किसी ऐसी पक्की निशानी की ओर ले जाइए जिससे वे यह देख सकें कि सूर्य वास्तव में प्रति शाम आकाश के एक ही क्षेत्र में अस्त होता है। अब उन्हें स्वयं देखने दीजिए कि सूर्य रोज आकाश के एक ही कोने में जाकर डूबता है। यह बात समझने में उनकी सहायता कीजिए कि यह कोना पूर्व के ठीक विपरीत है। इसका नाम अर्थात 'पश्चिम' शब्द सीखने में उनकी मदद कीजिए।

बच्चों को सूर्यास्त का सरल सा चित्र बनाने के लिए प्रोत्साहित कीजिए। सूर्यास्त के सुंदर-सुंदर रंगीन चित्र बच्चों को दिखाइए।

2 (ग). सूर्य प्रतिदिन उदित और अस्त होता है और इसीसे रात और दिन होते हैं

बच्चे 'रात' और 'दिन' शब्दों से पहले से ही परिचित होते हैं। वे यह भी जानते हैं कि सूर्य केवल दिन में ही निकलता है, रात में कभी नहीं निकलता। केवल चाँद और तारे ही रात में दिखाई देते हैं। वे सूर्योदय और सूर्यास्त संबंधी तथ्यों को समझ चुके हैं। अब इस बात की आवश्यकता है कि उन्हें इन तथ्यों को समन्वय करने तथा उनके ज्ञान को संगठित करने में सहायता की जाए। बच्चों को एक ओर तो सूर्योदय और सूर्यास्त में और दूसरी ओर रात और दिन में संबंध जोड़ने में सहायता की आवश्यकता होती है। यह निम्नलिखित प्रकार से किया जा सकता है।

चर्चा — **सूर्य और दिन के प्रकाश में क्या संबंध है ?**

बच्चों के साथ आप सूर्य निकलने और डूबने की समीक्षा कीजिए। उन्हें याद दिलाइए कि सूर्य दिन में दिखाई पड़ता है और चंद्रमा तथा तारे रात में। इन बातों को आपस में जोड़ने में उनकी सहायता कीजिए। उन्हें यह भी याद दिलाइए कि दिन सूर्योदय से शुरू होता है और सूर्यास्त पर खत्म होता है। यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि सूर्य निकलने से ही दिन में प्रकाश होता है। उन्हें यह भी सीखने दीजिए कि जब सूरज डूब जाता है तो दिन का प्रकाश भी नहीं रहता और इसी से रात हो जाती है।

बच्चों से पूछिए कि माँ शाम होने के बाद उन्हें घर में आने को क्यों कहती हैं। सूर्य कहाँ गया ? उसके बिना बाहर अब कैसा लगेगा ?

अच्छी तरह समझने के लिए

अब तक की उपसंकल्पनाओं में इस बात पर ज़ोर दिया गया कि सूर्य प्रतिदिन एक ही सामान्य दिशा में निकलता है। पर निश्चित रूप से वह एक ही दिशा में नहीं निकलता। 21 मार्च को सूर्य ठीक पूर्व में निकलता है। इसके बाद प्रतिदिन वह कुछ न कुछ पूर्व से हटकर उत्तर की ओर निकलता है और यह 21 जून तक इसी तरह निकलता रहता है। 21 जून वर्ष का सबसे बड़ा दिन होता है। इसके बाद फिर सूर्य अपनी दिशा बदलने लगता है और फिर 22 सितंबर को ठीक पूर्व में उगता है। इस तिथि के बाद सूर्य प्रतिदिन पूर्व से दक्षिण की ओर हटता जाता है और 22 दिसंबर को यह अधिकतम दक्षिण-पूर्व में होता है। फिर सूर्य धीरे-धीरे पूर्व की ओर हटता है और फिर से 21 मार्च को ठीक पूर्व में आ जाता है।

इसी प्रकार 21 मार्च को सूर्य ठीक पश्चिम में डूबता है और फिर 22 सितंबर को भी। बसंत और गर्मी के महीनों में जब कि सूर्य पूर्व से थोड़ा उत्तर की ओर निकलता है, तभी वह डूबता भी पश्चिम से उतना ही उत्तर की ओर है। पतझड़ और सर्दियों में जब सूरज पूर्व से कुछ दक्षिण की ओर निकलता है तो यह डूबता भी पश्चिम से कुछ दक्षिण की ओर ही है। सूर्योदय और सूर्यास्त की ये बातें पहली कक्षा के बच्चों के लिए वास्तव में अनुपयुक्त हैं। फिर भी अध्यापक के लिए इनकी जानकारी होना उपयोगी है, ताकि वह बच्चों के प्रेक्षणों को सही-सही समझ सके। बच्चों और अध्यापक को इस बात की उलझन में नहीं पड़ना चाहिए कि सूर्य 'ठीक पूर्व' में तो उगता ही नहीं। उनके लिए बस इतना जानना

काफ़ी है कि सूर्य 'आकाश के पूर्वी भाग में' निकलता है।

सूर्योदय और सूर्यास्त का समय सारे संसार और इस देश में साल के दौरान तथा स्थान-स्थान के अनुसार भी बदलता रहता है। 21 मार्च और 22 सितंबर को सारे संसार में दिन और रात बराबर होते हैं अर्थात् सूर्योदय और सूर्यास्त में ठीक 12 घंटे का अंतर होता है। 22 दिसंबर के बाद भारत में सूर्योदय कुछ पहले और सूर्यास्त कुछ देर से होता है और 21 जून तक ऐसा ही चलता है और यह दिन साल का सबसे बड़ा दिन होता है। इसके बाद दिन फिर घटना शुरू होता है और यह क्रम 22 दिसंबर तक चलता रहता है जो कि साल का सबसे छोटा दिन होता है। देश के विभिन्न भागों में सूर्योदय और सूर्यास्त का समय भिन्न-भिन्न होता है। मान लीजिए किसी दिन कलकत्ता में सूर्योदय का समय 5.30 बजे है, तो उस समय बंबई में अभी अँधेरा ही होता है क्यों कि वह कलकत्ता से काफी पश्चिम में है और वहाँ उस दिन करीब 6.30 से पहले सूर्योदय नहीं होता।

यहाँ यह बताना होगा कि इन विविधिताओं के ब्योरे पहली कक्षा के बच्चों के लिए आवश्यकता से कहीं अधिक हैं फिर भी उन्हें यह याद कराने में कोई हानि नहीं कि गर्मियों में दिन इतनी जल्दी निकलता है कि वे तब तक सोकर भी नहीं उठ पाते। उधर सर्दियों में सूरज इतनी देर से निकलता है कि कई बार वे सवेरा होने से पहले ही जग जाते हैं।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

पुराने समय के लोग सूरज और तारों को देखकर समय बताते थे

तुम में से अधिकांश या तुम्हारी उम्र के अधिकांश बच्चों के पास घड़ी नहीं होती। जब तुम समय जानना चाहते हो तो अपने माँ-बाप से या उन लोगों से पूछते हो, जिनके पास घड़ी होती है। पर जब कोई भी घड़ी-वाला न मिले तो तुम क्या करते हो? तब तो तुम, बस समय का केवल अनुमान ही लगा सकते हो।

मान लो कि तुम बरसों तक बिना घड़ी के रहो और तुम्हारे किसी मित्र के पास भी घड़ी न हो। तो, क्या तुम समझते हो कि बिना घड़ी के तुम बिल्कुल सही समय का अनुमान लगाना सीख सकते हो? आजकल भी कुछ ऐसे लोग हैं जो कभी घड़ी नहीं रखते फिर भी वे बिना घड़ी के बहुत सही समय का अनुमान लगाना सीख गए हैं।

बहुत समय पहले प्राचीन काल में लोग क्या करते थे? वे किसके सहारे समय बताते थे? घड़ियाँ और घंटे तो कुछ सौ वर्ष पहले ही ईजाद हुए हैं। पर हमारे देश में तो 5000 वर्ष पूर्व भी बहुत विकसित खेतीबाड़ी और नगर तथा ग्राम थे। फिर हमारे पूर्वज समय का कैसे पता लगाते थे?

हजारों वर्षों तक लोग बिना घड़ियों के ही समय का ज्ञान रखते रहे। क्या तुम जानते हो कि वे किस की सहायता से समय का ठीक अंदाज लगाते थे? जिस चीज का उपयोग वे करते थे उसे तुम भी जानते हो, रोज देखते भी हो। उन्होंने सूरज की सहायता से समय बताना सीखा था। प्राचीन काल में लोग सूर्योदय को दिन का आरंभ मानते थे और सूर्यास्त को दिन की समाप्ति। उनके लिए दिन का मध्य (मध्याह्न) तब होता था जब उस दिन सूर्य आकाश में सबसे ऊँचाई पर होता था (चित्र 1-2 देखिए)। दोपहर तक सूर्य आकाश में ऊपर ही ऊपर और भी अधिक ऊपर की ओर चढ़ता जाता है। दोपहर के बाद पश्चिमी क्षितिज की दिशा में ढलने लगता है।

तो फिर ये लोग रात को समय कैसे बताते रहे होंगे? सूर्यास्त के करीब एक घंटे बाद तक पश्चिम की ओर आकाश में वे कुछ दीप्ति तो देख ही सकते थे। इससे उन्हें पता चल जाता था कि रात अभी शुरू ही हुई है। इसी प्रकार जब रात के समाप्त होने के करीब पूर्वी आकाश में कुछ प्रकाश दिखाई देने लगता था तो वे समझ जाते थे कि अब सवेरा होने वाला है। पूर्ण अंधकार के समय के दौरान तो ये तारों को देखकर समय का अंदाज कर लेते थे। पर यह कुछ और बात है। तुम अभी तारों की स्थिति तथा उनके संचलन के बारे में पर्याप्त ज्ञान नहीं रखते कि उन्हें देखकर समय बता सको। तुम तो अभी सूर्य को देखकर ही समय का

अनुमान लगाना सीख सकते हो। तुम जब बाहर खुले में हो तो सूर्य की स्थिति को पहचानना सीखो। यह इस तरह हो सकता है कि जब तुम स्कूल जाते हो तो देखो कि सूरज कहाँ होता है, जब दोपहर को खाना खाते हो तो देखो कि सूरज आकाश में किस स्थान पर होता है और इसी प्रकार जब तुम स्कूल से घर लौटते हो तो उस समय भी सूर्य की स्थिति देखो। प्रातःकाल तुम सूर्योदय से पहले जग जाते हो या तुम्हारे जगने से पहले सूर्योदय होता है? क्या सारे साल ऐसा ही होता है या कुछ अंतर दिखाई देता है?

सूर्य की स्थिति का अध्ययन करना सीखो। कुछ अभ्यास कर लेने पर तुम सूरज को देखकर समय बताना अच्छी तरह सीख जाओगे। हाँ, सूरज को देखकर समय बताने का तरीका घड़ी के बराबर सुविधाजनक और सही नहीं हो सकता। लेकिन सूर्य के लिए दाम नहीं खर्चने पड़ते और उसमें तुम्हें चाबी भी नहीं देनी पड़ती।

चित्र 1-2
प्राचीन काल के लोग जानते थे कि ठीक मध्याह्न में सूर्य आकाश में सबसे ऊँचे होता है।

3. चंद्रमा का रूप दिन-प्रतिदिन बदलता है

बड़ी उम्र के लोग चंद्रमा के आकार और रूप में परिवर्तन के क्रम से परिचित होते हैं। अधिकांश वयस्क तो चंद्रमा की इन कलाओं का कारण भी जानते हैं। किन्तु छोटे बच्चे चंद्रमा में इस प्रकार के परिवर्तन के बारे में स्वयं नहीं समझ सकते और उन्हें समझने में सहायता की आवश्यकता होती है। प्रायः वे यह समझते हैं कि चंद्रमा वास्तव में अपनी शक्ल बदलता है, जबकि बड़े लोग जानते हैं कि यह देखने में केवल बदलता हुआ प्रतीत होता है। इस उपसंकल्पना में यह प्रयत्न नहीं किया गया है कि बच्चे चंद्रमा के रूप-परिवर्तन के कारण को समझें। बच्चों को चांद्र-चक्र के बारे में समझाना या चंद्रमा के उदय और अस्त के समय के परिवर्तन के बारे में समझाना यहाँ उद्देश्य नहीं है। यहाँ तो बच्चों को स्वयं यह देखने में सहायता पहुँचाना है कि चंद्रमा की शक्ल हर रात्रि बदलती दिखाई देती है। चंद्रमा की शक्ल में होने वाले आकार और रंग जैसे परिवर्तनों को देखने में भी उनकी सहायता की जानी चाहिए।

3 (क). किन्हीं रातों को चंद्रमा बिल्कुल गोल और कभी अंशतः गोल दिखाई देता है

चंद्रमा विभिन्न आकारों में दिखाई पड़ता है। कुछ रातों में चंद्रमा पूर्णरूपेण गोल दिखाई देता है जैसे 'पूर्णिमा का चंद्र'। कभी-कभी चंद्रमा अर्धवृत्त के रूप में दिखाई पड़ता है, परन्तु प्रायः एक ओर को भारी गेंद की तरह होता है अथवा बाल चंद्र या दूज का चंद्रमा होता है।

बच्चों को निम्नलिखित प्रकार के प्रयोगों द्वारा चंद्रमा को देखने में सहायता की जा सकती है:

बाहरी प्रेक्षण | **चंद्रमा का रूप कैसा होता है?**

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे अपने माँ-बाप की सहायता से यह देखें कि अमुक संध्या को चंद्रमा कैसा था। बच्चों से कहिए कि वे दूसरे दिन कक्षा में आकर अपने प्रेक्षणों के बारे में एक सरल सा रेखाचित्र बनाकर बताएँ। जब चंद्रमा को देखनेवाले सब बच्चे इस बात पर सहमत हो जाएँ कि चंद्रमा की शक्ल कैसी थी तो इसे चार्ट पर रिकार्ड कर लीजिए। जब तक बच्चों की दिलचस्पी इसमें बनी रहे, तब तक इसे दोहराते जाइए। इस बात में बच्चों की सहायता कीजिए कि वे 'पूर्णिमा का चंद्रमा', 'वृत्तप्राय', 'अर्ध चंद्र', 'बाल चंद्र', 'दूज का चाँद' आदि शब्दों में चंद्रमा के रूपों का वर्णन करें।

यदि चार्ट में पहले प्रयोग के काफ़ी प्रेक्षण हों तो बच्चों का ध्यान इस बात की ओर दिलाइए कि किस प्रकार चंद्रमा दूज के बाल चंद्र से बढ़कर पूर्णिमा का चंद्रमा बना है।

जब चंद्रमा यथार्थरूप से पूर्ण होता है तो यह पूर्व में ठीक उसी समय उदित होता है जब पश्चिम में सूर्य डूबता है। बच्चों के लिए इसे देखना बड़ा ही आसान है। हर रात को चंद्रमा पिछली रात की अपेक्षा 50 मिनट देर से उदित होता है। बच्चे स्वयं इसे नोट कर सकते हैं और जब चंद्रमा घटने लगे (पूर्ण चंद्र से घटकर छोटा होने लगे) तो उसका भी इस प्रकार के प्रयोगों द्वारा प्रेक्षण कर सकते हैं।

बाहरी प्रेक्षण | **पूर्णिमा के फ़ौरन बाद चंद्रमा का आकार कैसा होता है?**

पूर्णिमा के फ़ौरन बाद ही कुछ रातों के दौरान चंद्रमा को देखने के लिए बच्चों को प्रोत्साहित कीजिए। उनसे चंद्रमा की शक्ल का रेखाचित्र बनाने को कहिए। जितने दिन तक रात को अधिक से अधिक देरी तक जग सकें उतने दिन तक चंद्रमा की शक्ल का रिकार्ड रखें। बच्चों को यह अनुभव करने में मदद कीजिए कि 'पूर्णिमा' के बाद ज्यों-ज्यों दिन बीतते हैं चंद्रमा की शक्ल में परिवर्तन होता जा रहा है।

इसी प्रेक्षण के साथ-साथ बच्चों से घटते हुए चंद्रमा के उदित होने का समय नोट करने को कहिए। इसमें हर रात्रि को लगभग 50 मिनट की देरी का अंतर होगा।

त्यौहारों या भोजों आदि के अवसर पर बच्चे रात को देर तक जगते हैं। उन्हें इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे इन अवसरों पर रात को ये चीज़ें नोट करें और कक्षा में आकर बताएँ। उन्हें अपने प्रेक्षणों को एकत्र करने दीजिए और आपस में उन पर चर्चा करने दीजिए।

बच्चों को चंद्रमा के रंग की ओर ध्यान देने को कहिए। जब चंद्रमा आकाश में ऊँचा होता है तो सफ़ेद दीखता है पर जब यह क्षितिज के पास होता है तो पीला, नारंगी या लाल दिखाई देता है। बच्चों से इसके रंगीन चित्र बनवाइए। बच्चों से पूछिए कि क्या पूनम का चाँद हमेशा एक ही आकार का होता है। जब वह क्षितिज के पास होता है तो बड़ा दिखाई देता है। इस बात पर चर्चा कीजिए कि क्या यह वास्तव में बड़ा होता है या केवल ऐसा दिखाई देता है (बाद का कथन सत्य है)।

3 (ख). किन्हीं-किन्हीं रातों में चंद्रमा नहीं दिखाई देता

हर महीने में कई रातें ऐसी होती हैं जब चंद्रमा बिल्कुल नहीं दिखाई देता, चाहे आकाश स्वच्छ ही हो। यह तभी होता है जब चंद्रमा प्रायः उसी दिशा में होता है जिसमें सूर्य होता है। इस स्थिति में सूर्य के बहुत तेज़ प्रकाश के कारण चंद्रमा की पतली-सी कोर भी नहीं दिखाई देती। पंचांग या कैलेण्डर पर कुछ तिथियों पर 'अमावस्या' अंकित होता है, इन रातों को आकाश में चंद्रमा नहीं दिखाई देगा। इन रातों के चंद्रमा का प्रेक्षण करने के लिए बच्चों को निम्नलिखित प्रयोग करने में मदद कीजिए।

बाहरी प्रेक्षण — **क्या ऐसा भी समय होता है जब चंद्रमा नहीं दीख सकता?**

किसी कैलेण्डर या पंचांग को देखकर 'अमावस्या' की तारीख मालूम कीजिए और इस रात को बच्चों को चंद्रमा का रूप देखने की चुनौती दीजिए। उन्हें इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि चंद्रमा को ढूँढ़ने में वे अपने माँ-बाप या घर के अन्य बड़ों की सभी संभव सहायता लें। जब अगले दिन वे कक्षा में आकर बताएँ कि उन्हें चंद्रमा नहीं दिखाई दिया तब उन्हें 'अमावस्या' की संकल्पना का परिचय कराइए। तथापि उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि चंद्रमा वास्तव में कहीं चला नहीं गया बल्कि यह दिखाई नहीं देता। इसका कारण यह है कि यह करीब-करीब उसी दिशा में होता है जिसमें तेज़ प्रकाश वाला सूर्य होता है।

'अमावस्या' के एक दो दिन बाद बच्चों को संध्या समय आकाश में चंद्रमा की पतली चाँदी की सी कोर देखने को कहिए। उन्हें यह बताइए कि चूँकि अब चंद्रमा सूर्य की ओर से धीरे-धीरे हट रहा है इस कारण उसका थोड़ा सा भाग दिखाई देने लगा है।

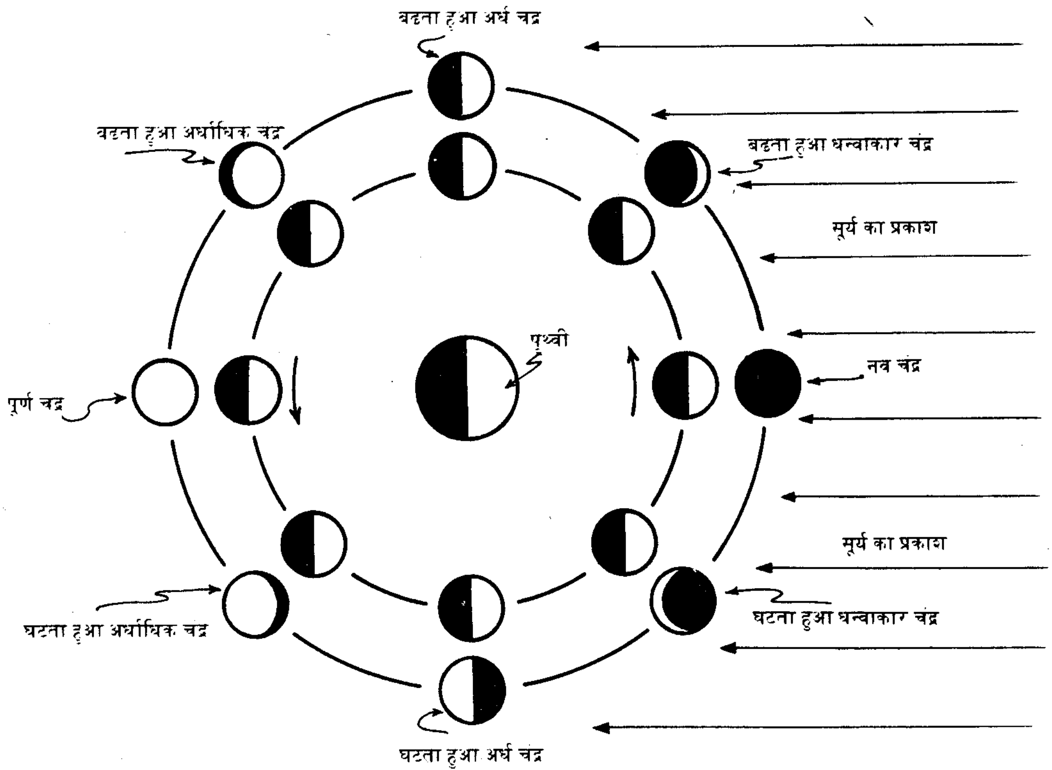
अच्छी तरह समझने के लिए

चंद्रमा के परिवर्तनों का चक्र $29\frac{1}{2}$ दिन में पूरा होता है। इस अवधि में यह अदृश्य से लेकर बाल चंद्र, अर्ध चंद्र, गोले और पूर्णिमा के पूरे चंद्रमा के रूप और आकार धारण करता है, जो शून्य से लेकर पूर्ण चंद्रमा तक बढ़ता जाता है। चंद्रमा की शक्ल गोले के सीधे हाथ की तरफ से बनी हुई दिखाई देती है। पूर्णिमा के बाद चंद्रमा का आकार घटना शुरू हो जाता है। इस बार चंद्रमा की शक्ल में अंतर प्रायः बाईं ओर से आरंभ हुआ दिखाई पड़ता है।

यद्यपि पहली कक्षा के बच्चे इस बात के महत्त्व को नहीं समझ पाएँगे पर अध्यापक को इसे समझना चाहिए कि आकार में चंद्रमा का परिवर्तन सूर्य द्वारा प्रकाश में परिवर्तन होने के कारण होता है। चंद्रमा पृथ्वी के व्यास के चौथाई से कुछ अधिक व्यास का एक गोला है और पृथ्वी से इसकी दूरी करीब 4 लाख किलोमीटर है। चूँकि चंद्रमा पृथ्वी के

चारों ओर घूमता है और पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती है, इसलिए इन तीनों की आपेक्षिक स्थिति बदलती रहती है। फलतः चंद्रमा पर सूर्य का प्रकाश भिन्न-भिन्न दिशाओं से पड़ता है। पूर्णिमा को सूर्य, देखने वाले के ठीक पीछे होता है और चंद्रमा का प्रकाशित अर्ध भाग उसकी ओर होता है। बाकी रातों में चंद्रमा के प्रकाशित आधे भाग का कुछ भाग ही हमारी ओर होता है। इस कारण हम चंद्रमा का केवल कुछ भाग ही देख पाते हैं।

चंद्रमा के आकाशी आकार को उसकी कला कहते हैं। चित्र 1–3 में चंद्रमा की सामान्य कलाएँ दिखाई गई हैं और उनके प्रत्येक के नाम तथा चांद्र मास में वे कब दिखाई देते हैं यह भी प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 1-3
बाहरी वृत्त में चंद्रमा की आठ प्रमुख कलाओं को जैसी कि वे पृथ्वी से दिखाई देती हैं, दिखाया गया है। भीतरी वृत्त यह बताता है कि दाहिनी ओर से प्रकाश डालता हुआ सूर्य इन कलाओं को कैसे जन्म देता है।

इकाई 1

हमारा विश्व

दूसरी कक्षा

सामान्य दृष्टि

दूसरी कक्षा के विद्यार्थियों के लिए आकाश संबंधी ज्ञान भी अधिकतर उनके अपने प्रेक्षण पर ही आधारित होगा। यद्यपि अध्यापक विद्यार्थियों को अधिकांश जानकारी यों ही बातों द्वारा दे देता है पर साथ ही उन्हें अपने प्रेक्षणों के लिए भी प्रोत्साहित करता है। वे पहली कक्षा में प्राप्त की गई अपनी जानकारी की समीक्षा कर सकते हैं तथा उसे धीरे-धीरे और अधिक बढ़ा सकते हैं।

अब दूसरी कक्षा में बच्चे पहले से ही यह जानते हैं कि सूरज किधर से निकलता है और किधर डूबता है और दिन के प्रकाश का वही दाता है। अब वे इसके बारे में कुछ और भी सीखना शुरू कर सकते हैं, जैसे कि सूरज कितना बड़ा है और यह पृथ्वी से कितनी दूर है। वे सूर्य की गर्मी के प्रभाव संबंधी कुछ प्रेक्षण भी करते हैं और इसके साथ ही वे यह भी पता लगाते हैं कि परछाइयाँ कोई अँधेरी वस्तु नहीं बल्कि वे स्थल हैं जहाँ सूरज का सीधा प्रकाश नहीं पहुँचता। वे यह भी सीखते हैं कि परछाई किसी वस्तु द्वारा ही नहीं बनती बल्कि सूर्य और प्रकाश देनेवाली अन्य चीज़ों से भी बनती है जो कि परछाई के क्षेत्र के चारों ओर प्रकाश करती हैं।

इस कक्षा के स्तर पर इस इकाई भर में फिर वही 'विविधता' और 'परिवर्तन' वाले विचार ही प्रमुख हैं। सूर्य से मिलनेवाली रोशनी और गर्मी बदलती हुई सी प्रतीत होती है। दोपहर को धूप अर्थात् गर्मी बड़ी तेज़ होती है और सुबह और शाम को कुछ कम होती है। परछाइयाँ भी बहुत बदलनेवाली वस्तुएँ हैं। परछाइयाँ रूप और आकार में भी बदलती हैं तथा उनका कालापन भी घटता-बढ़ता है। ये परिवर्तन सीधे सूर्य की आकासी स्थिति से संबंध रखते हैं।

दूसरी कक्षा के विद्यार्थी आकाश विज्ञान में दिलचस्पी रखते हैं। वे आकाश की वस्तुओं को बड़े चाव से देखते हैं और इस पर आश्चर्य करते हैं कि वे वहाँ कैसे पहुँचती हैं और उनका व्यवहार ऐसा क्यों है। बच्चों के मन में इस तरह की उत्सुकता को बराबर प्रोत्साहन मिलना चाहिए। उनकी इस तरह की उत्सुकता को संतुष्ट करने के लिए जब भी संभव हो उन्हें प्रेक्षणों द्वारा सहायता करनी चाहिए। उन्हें यह अनुभव कराना चाहिए कि विज्ञान सीखने का सबसे अच्छा यंत्र प्रेक्षण है और वे अर्थात् दूसरी कक्षा के बच्चे अपने आप ही उपयोगी प्रेक्षण कर सकते हैं।

1. सूर्य पृथ्वी को प्रकाश और गर्मी देता है

बच्चे अब तक रात और दिन के बारे में जान चुके हैं। वे जानते हैं कि पृथ्वी को प्रकाश सूरज से मिलता है लेकिन यदि कोई आदमी धूप में बैठे तो उसे कुछ गर्मी भी मालूम होती है। इससे यह प्रकट होता है कि पृथ्वी को प्रकाश और गर्मी सूरज से मिलती है। बच्चे इसे जानते हैं क्योंकि उन्होंने इसका अनुभव किया है। वे स्वयं भी सर्दियों में धूप सेंकना पसंद करते हैं और वयस्क लोग भी यही करते हैं।

1 (क). दिन में प्रकाश और रात में अँधेरा होता है

दिन में किसी को भी रास्ता टटोलने की आवश्यकता नहीं पड़ती। हरेक को रास्ता दिखाई देता है क्योंकि दिन में प्रकाश होता है। रात में राह चलना कठिन होता है। रात में चीज़ें दिखाई नहीं देतीं क्योंकि रात में अँधेरा होता है यानी वस्तुएँ प्रकाश के अभाव में नहीं दिखाई पड़तीं। दिन में प्रकाश होता है और रात में अँधेरा, यह एक ऐसी बात है जिसे सभी जानते हैं।

बच्चों के प्रेक्षणों के सहारे और कुछ सरल प्रयोगों के द्वारा इस तथ्य पर और भी ज़ोर दिया जा सकता है। यहाँ कुछ सुझाव दिए गए हैं।

अन्वेषण **अँधेरा क्या है ?**

बच्चों के सामने एक प्रश्न रखिए: दिन में टार्च या लालटेन की आवश्यकता क्यों नहीं पड़ती ? पर रात में इन चीज़ों की आवश्यकता क्यों होती है ? किसी बच्चे को एक प्रकाशित कमरे में किसी अल्मारी या मेज से कोई चीज लाने को कहिए। अब कमरे में अँधेरा कर दीजिए जिससे कि रात की सी स्थिति उत्पन्न हो जाए, और फिर वैसा ही करने को कहिए। बच्चों को अंतर मालूम करने दीजिए। अब उन्हें कारण समझाइए कि अँधेरे में बच्चों को अल्मारी में से कोई चीज लाना क्यों कठिन हुआ। उन्हें यह बात समझने में सहायता कीजिए कि अँधेरा कोई पैदा की हुई चीज नहीं होती बल्कि वह किसी चीज (प्रकाश) का अभाव मात्र है। इस अन्वेषण को 'हम अँधेरे के कारण नहीं देख सकते' की बजाय 'बहुत कम प्रकाश होने के कारण हम नहीं देख सकते' इस रूप में समझाइए। इस बात को समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि देखने के लिए प्रकाश कितना आवश्यक है।

बच्चों से ऐसे प्रश्नों पर चर्चा कीजिए जैसे; जब तुम जल्दी जग जाते हो तो कैसे पता लगाते हो कि अभी रात है या सवेरा? मोटरकारों, साइकिलों और रेलगाड़ियों में रात के लिए बत्तियाँ क्यों लगी होती हैं? किसान अपनी बैलगाड़ी के नीचे रात में लालटेन क्यों लटकाते हैं?

अच्छी तरह समझने के लिए

बच्चे अक्सर अँधेरे को वास्तविक और इंद्रियगोचर वस्तु समझते हैं; कभी-कभी वे अँधेरे से डरते हैं। बड़े लोग भी कई बार "अँधेरे को मिटा दो" या "अँधेरा घुप्प छाया था" आदि कथनों का प्रयोग करते हैं जब कि यह कहना उचित होगा कि 'रोशनी कर दो' या 'रोशनी बहुत कम थी'। सच यह है कि अँधेरा कुछ भी नहीं बस प्रकाश का अभाव है। अध्यापकों को इस बात को अनुभव करना बड़ा आवश्यक है और बच्चों में भी ऐसी ही समझ पैदा हो, इस बात में वे उनकी मदद करें।

1 (ख). दिन गर्म और रातें ठंडी होती हैं

बच्चे और बड़े सभी दिन और रात के तापमान का अनुभव कर चुके होते हैं। कई बार सर्दियों में भी दिन में स्वेटर पहनने की आवश्यकता नहीं होती पर रात में जब बाहर निकलना होता है तो स्वेटर या दूसरा गर्म कपड़ा पहनना पड़ता है। जाड़ों में रात को सोते हुए कंबल, रजाई वगैरह ओढ़ना पड़ता है। गर्मियों में खुले में सोते समय रात में कुछ ओढ़ने की ज़रूरत नहीं पड़ती पर पिछले पहर कभी-कभी चादर खींचनी पड़ती

है। गर्मियों में किसान नंगे बदन काम करते हैं और केवल रात के समय कोई हल्का सा कपड़ा पहनते हैं। यहाँ कुछ ऐसे कार्य-कलाप बताए गए हैं जिनसे बच्चों को प्रकाश और गर्मी के संबंध को अच्छी तरह समझने में मदद मिलेगी।

सामान्य अनुभव | **दिन या रात का सबसे गर्म भाग कौन सा होता है ?**

किसी सर्दी वाले दिन बच्चों से पूछिए कि वे कहाँ पढ़ना पसंद करेंगे—कमरे में या धूप में ? इस बात पर चर्चा छेड़िए कि वे सर्दियों में धूप में रहना क्यों पसंद करते हैं ? उन्हीं के अनुभव से उन्हें यह समझने दीजिए कि धूप में अधिक गर्मी होती है। इससे बच्चों को समझने में सहायता मिलेगी कि सूर्य केवल प्रकाश ही नहीं बल्कि गर्मी भी देता है। क्योंकि सूरज केवल दिन में निकलता है इसी कारण इसकी गर्मी भी केवल दिन में ही मिलती है, रात में नहीं। इसका अर्थ यह हुआ कि रात की अपेक्षा दिन अधिक गर्म होता है।

इस प्रकार की स्थितियों की ओर बच्चों का ध्यान आकर्षित कीजिए : किसान और उनके पशु भी दोपहर में पेड़ की छाँह में शरण लेते हैं। जब उन्हें रात में रखवाली करनी पड़ती है तो वे कंबल ओढ़ते हैं। कई बार वे रात को अलाव भी जलाते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

अक्सर रात का पहला पहर प्रातःकाल की अपेक्षा गर्म होता है। अधिक भीतरी क्षेत्रों या घाटियों में यह बात विशेष रूप से लागू होती है। हमारे जैसे गर्म देश में सूर्य की तेज़ धूप से पृथ्वी बहुत गर्म हो जाती है। रात के पहले पहर के दौरान पृथ्वी और निचले वायुमंडल में इस गर्मी का अधिकांश बना रहता है। इसी से रात के आरंभ में काफ़ी गर्मी रहती है। फिर रात में जब पृथ्वी ठंडी हो जाती है तो सवेरा होने के बाद इसे गर्म होने में कुछ अधिक देर लगती है। इस कारण पहले पहर की अपेक्षा पिछले पहर ठंडक रहती है। कुल मिलाकर दिन गर्म होता है और रात ठंडी होती है।

बहुत से लोग यह समझते हैं कि सूर्य का प्रकाश और उसकी गर्मी एक ही चीज है। यह सच नहीं है। सूर्य से प्रकाश मिलता है, जिससे हमें दिखाई पड़ता है। साथ ही सूरज से विकिरण-ऊष्मा मिलती है। प्राथमिक कक्षाओं में गर्मी और प्रकाश को अलग-अलग करके दिखाना या समझा पाना कठिन है। फिर भी अध्यापक को बच्चों को धूप के बारे में समझने में यह सहायता करनी चाहिए कि इसमें और चीज़ों के साथ-साथ दृश्य प्रकाश और विकिरण-ऊष्मा होती है। वास्तव में धूप में गर्मी तथा प्रकाश के अतिरिक्त रेडियो तरंगें, अल्ट्रा वायलेट विकिरण तथा अनेक अन्य प्रकार की ऊर्जा भी शामिल रहती है।

दिन के प्रकाश और अँधेरे को समझने में एक दूसरा मूल सिद्धांत भी निहित है। यद्यपि बच्चों को इसको विशेषरूप से बताने की आवश्यकता नहीं है फिर भी अध्यापक को इसकी जानकारी होनी चाहिए। लगभग प्रत्येक वस्तु जिसे हम देखते हैं वह हमें परावर्तित प्रकाश के कारण ही दिखाई देती है। यह ठीक है कि बिजली की बत्ती या मिट्टी के तेल का लैम्प या मोमबत्ती अपना ही प्रकाश देते हैं। सूर्य और अन्य ग्रह भी इसी तरह अपना ही प्रकाश देते हैं। लेकिन अधिकांश सामान्य वस्तुएँ इसी कारण दिखाई पड़ती हैं कि सूर्य या बत्ती की रोशनी उनपर प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से अवश्य पड़ती है। यदि उनपर रोशनी न पड़े तो वे कभी न दिखाई दें क्योंकि उनमें अपनी

रोशनी तो होती ही नहीं। इसी कारण जब रात को सूर्य नहीं होता तो अधिकांश चीज़ें नहीं दिखाई देतीं। वे तभी दिखाई देती हैं जब उन पर प्रकाश डालने वाला और कोई साधन हो।

2. सूर्य एक बहुत बड़ा, गर्म गोला है

अस्त होता हुआ सूर्य एक बहुत बड़े, लाल गोले की तरह दिखाई देता है। बच्चों ने भी इसे देखा है। अपने प्रेक्षण से वे सूरज की शक्ल का कुछ अंदाज़ रखते हैं। यानी सूर्य गोल है। पर एक और भी आयाम है। सूर्य केवल चपटा गोल चक्का जैसा नहीं बल्कि गोले या गेंद की तरह होता है। किसी भी गोलाकार वस्तु को दूर से देखिए तो वह चपटी दिखाई पड़ती है। इसी तरह सूर्य यद्यपि वृत्ताकार चक्का जैसा लगता है लेकिन वास्तव में है यह एक गोला। बहुत दूर होने पर भी सूर्य पृथ्वी को गर्मी देता है। अतः सूर्य बहुत गर्म होना चाहिए। जब गर्म चीज़ से कोई दूर हट जाता है तो उसे गर्मी कम लगती है। बच्चों ने भी यह अवश्य देखा है। अतः उनके लिए यह समझना स्वाभाविक ही होगा कि यदि सूर्य से बहुत दूर होने हुए भी पृथ्वी पर इतनी गर्मी हो सकती है तो निश्चय ही सूर्य बहुत गर्म होगा।

2 (क). सूर्य की सतह गर्म और चमकदार गैसों से युक्त है

जलते हुए कोयले इसलिए नज़र आते हैं कि उनमे रोशनी निकलती है। अँधेरे में भी सिगरेट पीनेवाले आदमी का पता लग जाता है क्योंकि सिगरेट जलता होता है। ये सब बातें बच्चे जानते हैं अतः वे आसानी से समझ सकते हैं कि सूर्य एक गर्म और रोशनी देनेवाला गोला है। अब उन्हें यह बात समझाना आवश्यक है कि सूर्य की सतह ठोस नहीं होती बल्कि गैसों से युक्त होती है। सरल प्रयोगों के द्वारा इसका प्रमाण दिया जा सकता है। कुछ ऐसे प्रयोग नीचे दिए जाते हैं।

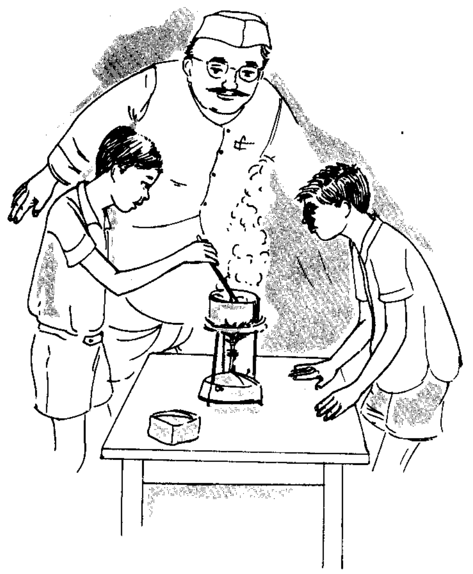
अन्वेषण

किस बात से हम ऐसा सोचते हैं कि सूर्य की सतह गैस की होती है?

आवश्यक सामग्री
धातु का पतला तार, लकड़ी की छड़ी, पैराफ़िन, ताप का साधन (लौ)

धातु का एक काफ़ी पतला सा तार लीजिए। इसका एक सिरा लकड़ी की छड़ी पर बाँधिए। एक बच्चे से तार को स्पिरिट लैम्प या स्टोव या और किसी चीज पर गर्म करने को कहिए और गर्म सिरे को लाल हो जाने दीजिए। इसे आग की लौ से हटा दीजिए। कक्षा को दिखाइए कि तार कैसी रोशनी देता है। तार को इतना गर्म करवाइए कि यह सफ़ेद हो जाए और जल्दी से इसे पास के एक कोने में ले जाने को कहिए। बच्चों को देखने दीजिए कि यह कैसा प्रकाश है। उन्होंने सूर्य के बारे में अब तक जो कुछ सीखा था उससे यह बात संबंध रखती है, यानी कि सूर्य बहुत गर्म है और वह पृथ्वी को गर्मी और प्रकाश देता है।

अब थोड़ा सा मोमबत्ती का मोम या पैराफ़िन लीजिए। इसे एक प्याली में रखिए और किसी बच्चे से इसे गर्म करने को कहिए। गर्म होकर यह पिघल जाएगा। इससे बच्चों को यह विचार मिलेगा कि गर्म परिस्थितियों में ठोस पदार्थों का ठोस बना रहना कठिन है। उनसे पूछिए कि गर्म होने से मक्खन का क्या होता है। अब पिघले मोम को और अधिक गर्म करवाइए। इसका वाष्पन होने लगेगा। बच्चों को वाष्प गंध आएगी। अब बच्चे यह अनुभव करेंगे कि अत्यधिक ताप की परिस्थितियों में चीज़ें द्रव अवस्था में नहीं रह सकतीं। उन्हें यह भी याद दिलाइए कि पानी को गर्म करने से वह गैस में बदल जाता है।



चित्र 1-4
गर्म करने पर पैराफ़िन ठोस से द्रव और द्रव से गैस बन जाता है।

बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि कोई भी पदार्थ बहुत अधिक गर्म होने पर गैस बन सकता है। इस प्रकार उन्हें सीखने-समझने दीजिए कि चूँकि सूर्य बहुत ही गर्म होता है इस कारण उसमें ठोस या द्रव रूप में कोई वस्तु रह ही नहीं सकती। अतः सूर्य पर गर्म और चमकने वाली गैसों का रहना स्वाभाविक है। देखिए चित्र 1–4।

एक क्रूसीबल (प्याली) में गंधक को गर्म करके बच्चों को दिखाइए और सीखने दीजिए कि बहुत ऊँचे तापमान पर कोई पदार्थ ठोस नहीं रह सकता।

बच्चों को कभी लुहार या सुनार की दूकान पर ले जाइए और वहाँ उन्हें दिखाइए कि अत्यधिक गर्मी या आग से धातुएँ कैसे पिघल जाती हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

सूर्य का तापमान बहुत ही अधिक होता है। सतह पर यह करीब 6 हजार डिग्री सेण्टीग्रेड होता है। सूरज के भीतर गहराई में तो तापमान करोड़ों डिग्री तक होता है। इस बात की प्रतिदिन के तापमानों से तुलना कीजिए। मानव-शरीर का तापमान सामान्यतः 37° सें० होता है और खौलते पानी का 100° सें०। इस हिसाब से सूर्य के तापमान का अनुमान लगाते समय कल्पना को काफ़ी खींचना पड़ता है।

सूर्य की सतह पर गर्म गैसें बहुत हल्की होती हैं; वे इतनी घनी नहीं जितनी पृथ्वी के वायुमंडल में होती हैं। सूर्य की भीतरी परतों में दबाव और बढ़ता जाता है। सूर्य के गोले के केन्द्र में जाकर तो दबाव बेहद बढ़ जाता है। यद्यपि वहाँ तापमान करोड़ों डिग्री होता है, किन्तु दबाव इतना अधिक

होता है कि कोई पदार्थ साधारण गैस के रूप में भी विद्यमान नहीं रह सकता। यह अत्यधिक गर्म पदार्थ होता है जो अत्यधिक दबाव में रहता है। परिणामस्वरूप यह पृथ्वी पर के किसी भी ज्ञात पदार्थ जैसा नहीं होता। अतः सूर्य को गर्म गैस का एक विशाल गोला समझना ठीक नहीं होगा। केवल बाहरी परतों को ही गैस से युक्त कहा जा सकता है।

बच्चे और व्यस्क अक्सर सूर्य को आग का बहुत बड़ा गोला समझते हैं। वास्तव में सूर्य, आम भाषा में जैसा कहा जाता है वैसा, 'जलता' नहीं। इसकी ऊर्जा का स्रोत जलती हुई भट्टी की बजाय अणु भट्टी की तरह है। इस बारे में बच्चे आगे की कक्षाओं में अधिक सीखेंगे।

2 (ख). सूर्य बहुत बड़ा है पर अत्यधिक दूरी के कारण छोटा दिखाई देता है

वास्तव में सूर्य पृथ्वी से बहुत अधिक बड़ा है और चंद्रमा काफ़ी छोटा। फिर भी पृथ्वी पर हम लोगों को दोनों करीब-करीब बराबर ही दिखाई पड़ते हैं। इसका कारण यह है कि चंद्रमा पृथ्वी से जबकि करीब 4 लाख किलोमीटर दूर है सूर्य क़रीब 15 करोड़ किलोमीटर दूर है। यदि कोई ऊँची इमारत की छत पर चढ़कर या पहाड़ की चोटी से नीचे देखें तो उसे हर चीज़ बहुत छोटी दिखाई देगी। नीचे बताए गए मामूली से प्रेक्षण इस बात को अच्छी तरह समझा देंगे।

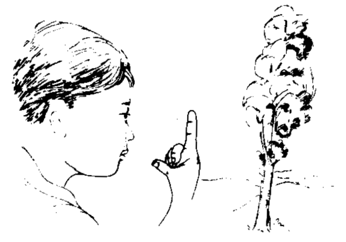
बाहरी प्रेक्षण

सूर्य कहीं अधिक दूर होते हुए भी पास के चंद्रमा के आकार का क्यों दीखता है?

बच्चों को किसी ऊँची इमारत की छत पर या हो सके तो पहाड़ी की चोटी पर ले जाइए। उन्हें देखने दीजिए कि नीचे पृथ्वी पर की चीज़ें कैसी दिखाई देती हैं। उन्हें इन बातों में तुलना करने दीजिए कि चीज़ें दूर से कितनी बड़ी दिखाई देती हैं और पास से न जाए। जैसा कि चित्र 1–5 क में है।

किसी बच्चे से उँगली और आँख के बीच का अंतर नापने को कहिए। अब सब बच्चों को खंभे के पास ले जाइए और फिर उसी बच्चे से पहले जैसा करवाइए। क्या अब आँख से उतनी ही दूर उँगली

चित्र 1-5 क



चित्र 1-5 ख

बहुत दूर से देखने पर बड़ी चीज़ें भी छोटी दिखाई देती हैं।

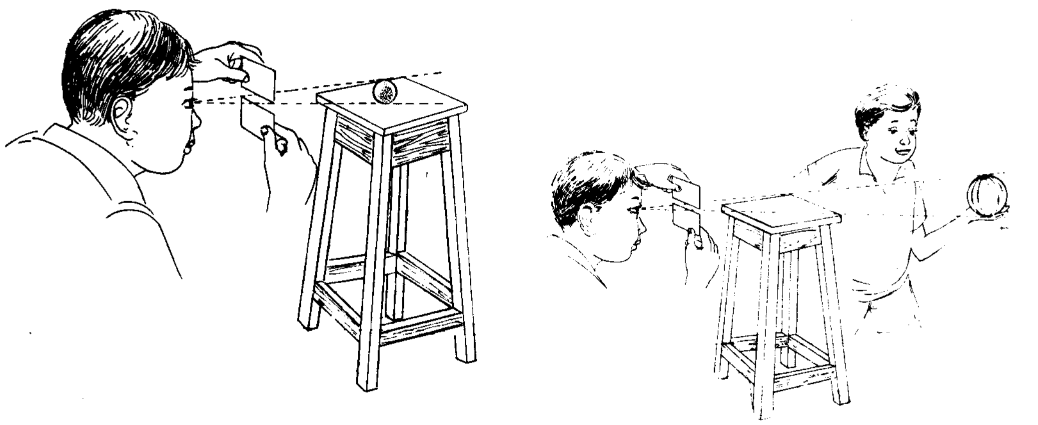
कितनी बड़ी। उन्हें खेल के मैदान में ले जाइए। मैदान के दूसरे सिरे पर किसी लंबी वस्तु या खंभे को दिखाइए। उन्हें एक आँख बंद करने को कहिए और दूसरी आँख के सामने उँगली लाकर इधर-उधर फिराने को कहिए जब तक कि खंभा आँखों से छिप

रखने से खंभा दीखना बंद हो जाता है? अब बच्चों को विचार-विमर्श करने दीजिए कि ऐसा क्यों नहीं हुआ। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि दूसरी बार में वे खंभे के पास थे इसीलिए वह लंबा दिखाई दिया।

अन्वेषण

एक छोटा और एक बड़ा गोला एक ही आकार के कैसे दिखाई दे सकते हैं ?

आवश्यक सामग्री
बड़ी सी गेंद या मिट्टी की हाँडी, छोटी गेंद या पत्थर का छोटा गोला, लकड़ी या कागज के सीधे किनारे वाले दो टुकड़े



चित्र 1-6 क　　　चित्र 1-6 ख

पास की छोटी-सी चीज़ भी दूर की बड़ी चीज़ के बराबर मालूम पड़ सकती है।

एक छोटी गेंद को इस ढंग से रखिए कि कोई विद्यार्थी इसे लकड़ी या कागज के दो टुकड़ों के बीच में से देख सके जैसा कि चित्र 1–6 क में दिखाया गया है। लकड़ी या गत्ते के टुकड़े में बस इतना ही अंतर रहना चाहिए कि गेंद मुश्किल से दिखाई दे। अब दूसरे बच्चे से कहिए कि वह बड़ी गेंद या मिट्टी की बड़ी हाँडी को, देखनेवाले लड़के से दूर ले जाए और उसे इस तरह से रखे कि वह कागज के टुकड़ों के बीच से मुश्किल से दिखाई दे। अब बच्चों को यह अनुभव करने में सहायता दीजिए कि यद्यपि दोनों चीज़ों के आकार में काफी अंतर है फिर भी देखनेवाले लड़के को दोनों बराबर दिखाई देती हैं। अब उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि इसी तरीके से सूर्य भी चंद्रमा के बराबर आकार का दिखाई देता है यद्यपि यह चंद्रमा की अपेक्षा बहुत दूर है।

बच्चों का इस बात की ओर ध्यान आकर्षित कीजिए कि रेल की दोनों पटरियाँ आगे दूर की ओर मिलती दिखाई देती हैं। इसी तरह खंभे पर खिंचे तार भी ऐसे ही दिखाई देते हैं।

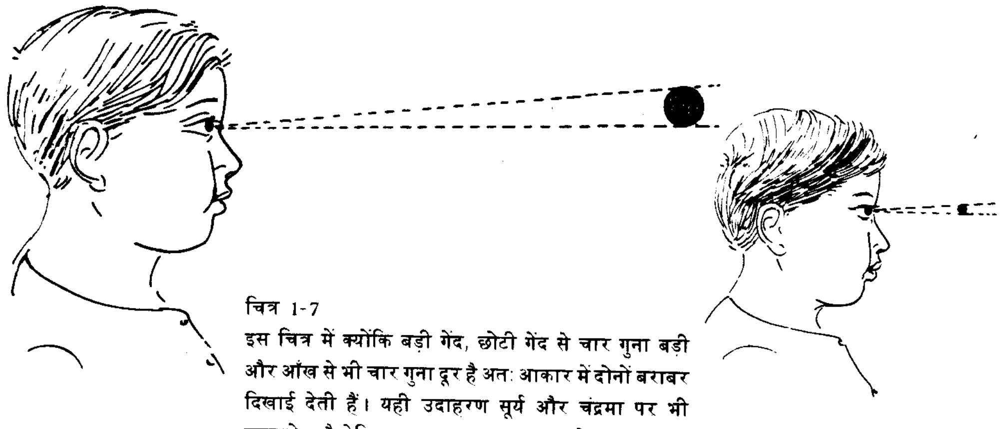
एक बच्चे को किसी लकड़ी की नोंक पर एक गोल सिक्का लगाने को कहिए और इसे पकड़कर इस ढंग से आँख के सामने रखवाइए कि अस्त होता हुआ सूर्य इससे छिप सा जाए। क्या यही सिक्का उतनी ही दूरी पर रखने से चंद्रमा को भी उतना ही छिपा देता है ?

अच्छी तरह समझने के लिए

सूर्य पृथ्वी से करीब 15 करोड़ किलोमीटर दूर है यानी चंद्रमा की अपेक्षा 400 गुना दूर है जो कि पृथ्वी से 4 लाख किलोमीटर की दूरी पर है। सूर्य का व्यास करीब 14 लाख किलोमीटर है। चंद्रमा का व्यास 3 हज़ार 4 सौ किलोमीटर है। इस प्रकार सूर्य का व्यास भी चंद्रमा के व्यास से 400 गुना है। दोनों के व्यास का अनुपात भी 400 : 1 है। ऐसा क्यों है इसका कोई कारण समझ में नही आता पर ऐसा है अवश्य। बस तो, बात यही सामने आई कि चूँकि सूर्य चंद्रमा से 400 गुना बड़ा है और 400 गुना दूर भी, इसी से यह लगभग चंद्रमा के बराबर ही दीखता है। ये सामान्य विचार चित्र 1–7 में समझाए गए हैं।

3. प्रकाश का मार्ग अवरुद्ध होने से छाया बनती है

जब कमरे के दरवाज़े और खिड़कियाँ बंद होती हैं तो पढ़ने में कठिनाई होती है। सिनेमा के दरवाज़े पर भी भारी-भारी पर्दे डालकर प्रकाश को अंदर आने से रोका जाता है। इसका अर्थ यह हुआ कि जब कोई अपारदर्शक वस्तु प्रकाश के मार्ग में आ जाए तो प्रकाश रुक जाता है और इसकी दूसरी ओर की वस्तुओं पर प्रकाश नहीं पहुँचता। तो ये दूसरी ओर की वस्तुएँ छाया या परछाईं में आ जाती हैं। दोपहर को जानवर तथा आदमी धूप से बचने के लिए पेड़ या दीवार की छाया में बैठते हैं। अक्सर लोग 'छाया में रहने' या 'परछाईं पड़ने' जैसे शब्दों का प्रयोग भी करते हैं। इसी कारण बच्चे परछाईं या छाया को एक वास्तविक वस्तु मानते हैं अर्थात ऐसी चीज़ जिसे अनुभव किया जा सकता है या तोला जा सकता



चित्र 1-7
इस चित्र में क्योंकि बड़ी गेंद, छोटी गेंद से चार गुना बड़ी और आँख से भी चार गुना दूर है अत: आकार में दोनों बराबर दिखाई देती हैं। यही उदाहरण सूर्य और चंद्रमा पर भी लागू होता है लेकिन उनका अनुपात 4 : 1 न होकर 400 : 1 है।

है। उन्हें यह समझने में सहायता कीजिए कि छाया केवल एक प्रकार के अल्प प्रकाश को ही कहते हैं और यह किसी अपारदर्शी वस्तु के बीच में आ जाने से बनती है, जिसमें से होकर प्रकाश गुज़र नहीं सकता।

3 (क). प्रकाश के अवरुद्ध हो जाने से परछाईं पड़ती है।

यदि किसी लैम्प या प्रकाश-स्रोत के सामने गत्ते का टुकड़ा लगा दिया जाए तो पृथ्वी पर या दीवार पर या दोनों पर इसकी परछाईं पड़ती है। ऐसा इस कारण होता है कि अपारदर्शी होने के कारण इसने रोशनी को रोक दिया। इसी तरह जब सूर्य से आनेवाले प्रकाश की किरणों को कोई चीज़ रोक लेती है तो छाया का निर्माण होता है। अतः प्रकाश का स्रोत चाहे जो भी हो यदि उसके रास्ते में कोई अपारदर्शक वस्तु आ जाती है तो परछाईं अवश्य पड़ेगी।

बादलों की भी छाया पृथ्वी पर पड़ती है। तेज़ धूप और अत्यधिक गर्मी वाले दिन किसान बिना आकाश की ओर देखे ही यह बता सकता है कि उसके ऊपर बादलों की परछाईं पड़ रही है। वह यह बता सकता है कि जब तक वह बादलों की छाया में रहता है प्रकाश और गर्मी दोनों ही कम हो जाते हैं। जिस दिन धूप जोरों से चमक रही होती है तो लोग आँखों के सामने हाथ रखकर वहाँ छाया उत्पन्न कर लेते हैं, जिससे कि चीजें उतनी चमकदार नहीं दीखतीं। यहाँ कुछ प्रयोग बताए जाते हैं, जिनसे बच्चे छाया की उपस्थिति और उनके कारणों से और भी अधिक परिचित हो जाएँगे।

बाहरी प्रेक्षण — **किसी छाया के निर्माण में क्या-क्या स्थितियाँ होती हैं?**

किसी बहुत ही गर्म दिन बच्चों को बाहर ले जाइए या उन्हें स्कूल के कमरे की खिड़की के आगे के छज्जे से देखने को कहिए। उनसे पूछिए कि तेज़ धूप में वे कहाँ रहना चाहेंगे। बिना किसी हिचकिचाहट के वे कहेंगे कि जहाँ भी छाया हो हम वहीं रहना चाहेंगे। उनसे इस बात पर चर्चा कीजिए कि तुम छाया क्यों पसंद करते हो। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि छाया में वे सूर्य की सीधी किरणों से बचे रहते हैं अर्थात् प्रकाश और गर्मी दोनों के विकिरण से बचे रहते हैं। उनसे पूछिए कि वह कौन सी वस्तु है जिससे उन्हें दिखाई पड़ने वाली छाया बनी है। उन्हें यह समझने में भी मदद कीजिए कि हर छाया किसी न किसी अपारदर्शक वस्तु से ही बनी होती है।

चर्चा — **छाया कैसे बनती है?**

बच्चों को इस बहस में लगाइए कि छाया कैसे बनती है। उनसे पूछिए कि क्या छाया को तुम उँगली से अनुभव कर सकते हो (तापमान के लिए नहीं, स्पर्श के लिए)। उनसे यह भी पूछिए कि क्या छाया को तोला जा सकता है? क्या छाया उस चीज़ से अलग हो सकती है जिसके कारण वह बनती है? उनसे पूछिए कि क्या रात को छाया हो सकती है? क्या बहुत अँधेरी रात में भी जब कि ज़रा भी प्रकाश न हो छाया होती है? उन्हें यह समझने दीजिए कि छाया कोई ठोस वस्तु नहीं है। यह तो किसी प्रकाश स्रोत से आने वाले प्रकाश में कमी हो जाने की एक अवस्था है।

सामान्य अनुभव

छाया की शक्ल किस पर निर्भर करती है?

बच्चों का ध्यान दिन में खेले जाने वाले उनके परिचित 'धूप-छाँह' खेल की ओर ले जाइए। अब पूछिए कि परछाईं कौन डालता है। अब उन्हें धूप में ले जाइए। उन्हें अपनी ही परछाइयाँ देखने को कहिए और पूछिए कि क्या ये तुम्हारे ही शरीर से बनी हैं। इसी तरह दूसरी वस्तुओं से भी छाया बनती है। उन्हें यह चर्चा करने तथा पता लगाने दीजिए कि क्या प्रकाश की अनुपस्थिति में भी छाया बनती है। उनसे कक्षा में ही साधारण से प्रयोग कराइए, जिनमें वे प्रकाश के भिन्न-भिन्न साधन जैसे लैम्प, मोमबत्ती, टॉर्च आदि का इस्तेमाल करें। वे देखेंगे कि जब भी रोशनी को किसी चीज से रोका जाता है तो रोशनी की दूसरी दिशा में कुछ दूरी पर छाया बन जाती है।

अब बच्चों को छाया का खेल खिलाइए जिसमें जब तक बच्चा छाया में रहता है तब तक उसे कोई छू नहीं सकता। पूछिए कि क्या यह खेल बादलों के दिनों में भी खेला जा सकता है?

3 (ख). वस्तुओं की छाया पड़ती है

बच्चों को यह समझाना कठिन नहीं होगा कि अपारदर्शक वस्तुओं से छाया बनती है। प्रायः छाया की शक्ल उस अपारदर्शी वस्तु की शक्ल से बिल्कुल भिन्न होती है जिससे छाया का निर्माण होता है। फिर भी बच्चों को यह महसूस कराना संभव है कि जिस वस्तु से छाया बनती है उसकी शक्ल में और छाया की शक्ल में बहुत निकट संबंध है। वास्तव में बच्चों को कार्य और प्रभाव का संबंध बड़ी अच्छी तरह समझाया जा सकता है, जबकि प्रकाश स्रोत और अपारदर्शक वस्तु 'कारण' है और छाया 'प्रभाव' है। यहाँ दिए हुए प्रयोगों से इसमें सहायता मिलेगी।

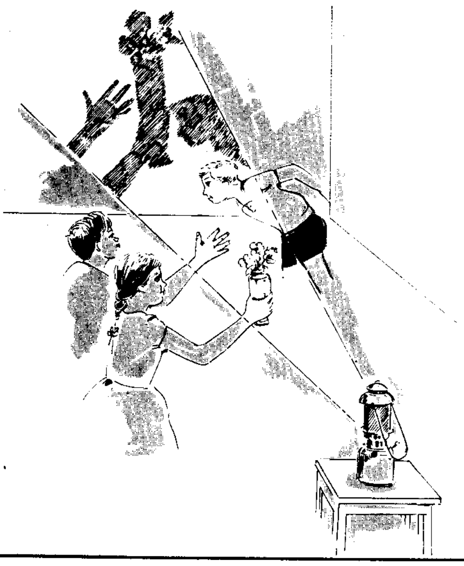
अन्वेषण

किसी वस्तु से बनी छाया की शक्ल कैसी होती है?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश स्रोत, कागज, कैंची

बिजली की बत्ती या गैस की लालटेन (पेट्रोमैक्स) जैसी कोई रोशनी पैदा करने वाली चीज़ लीजिए ताकि इससे कक्षा की दीवार पर छाया पड़ सके। बत्ती के सामने बच्चों की परिचित वस्तुएँ रखिए और दीवार पर पड़ी उनकी छाया को दिखा बच्चों से उन वस्तुओं को पहचनवाइए जैसा कि चित्र 1–8 में दिखाया गया है।

यदि कागज़ को मरोड़ा जाए तो छाया की शक्ल किस प्रकार से बदल जाती है! एक बात और करके देखिए कि क्या किसी बच्चे की परछाईं देख करके ही अन्य बच्चे यह बता सकते हैं कि वह परछाईं किस बच्चे की है।



चित्र 1-8
परछाईं का रूप उसी चीज़ के रूप पर निर्भर करता है जिससे कि वह पड़ती या बनती है।

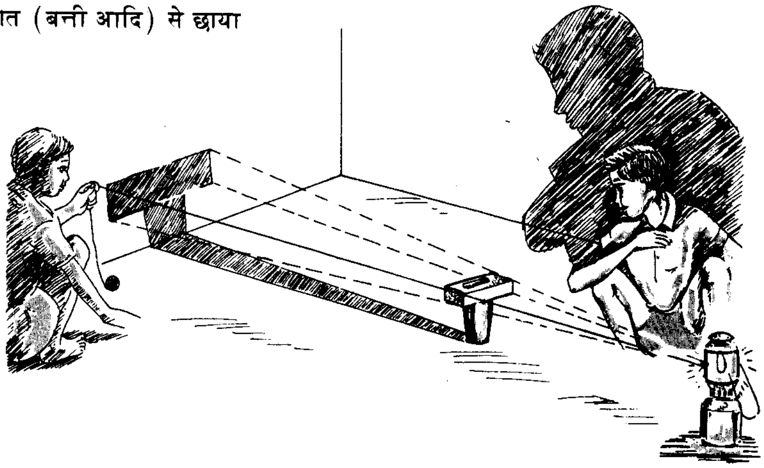
अन्वेषण

अपारदर्शक वस्तुओं से स्पष्ट छाया कैसे बनती है?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश, काँच का बड़ा गिलास, ईंट या लकड़ी का टुकड़ा, धागा या डोरी

ईंट या लकड़ी के टुकड़े को एक बड़े गिलास पर रखिए। तेज़ प्रकाश को इस ढंग से रखिए कि दीवार पर ईंट या टुकड़े की स्पष्ट छाया पड़े। छाया के कोनों की स्थिति को खासतौर से नोट कीजिए। अब प्रकाश-स्रोत से छाया के कोने तक धागा या डोरी खींचिए, जैसा कि चित्र 1–9 में दिखाया गया है।

क्या प्रकाश, प्रकाश-स्रोत (बत्ती आदि) से छाया के कोने तक बिल्कुल सीधी रेखा में जाता हुआ प्रतीत होता है? बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि खींची गई डोरी या धागा सीधी रेखा की तरह होता है। अब उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि छाया के बनने में, जो भी कारण-प्रभाव संबंध है वह इस वजह से है कि प्रकाश एक सीधी रेखा में चलता है।



चित्र 1-9
क्योंकि प्रकाश सीधी सरल रेखाओं में ही चलता है इसलिए चीजों की परछाईं पड़ती है।

बच्चों को बुलाकर उनके हाथों को रोशनी के आगे रखवाकर आदमियों और जानवरों की शक्लें दीवार पर बनवाइए।

4. छाया की लंबाई और दिशा बदलती है

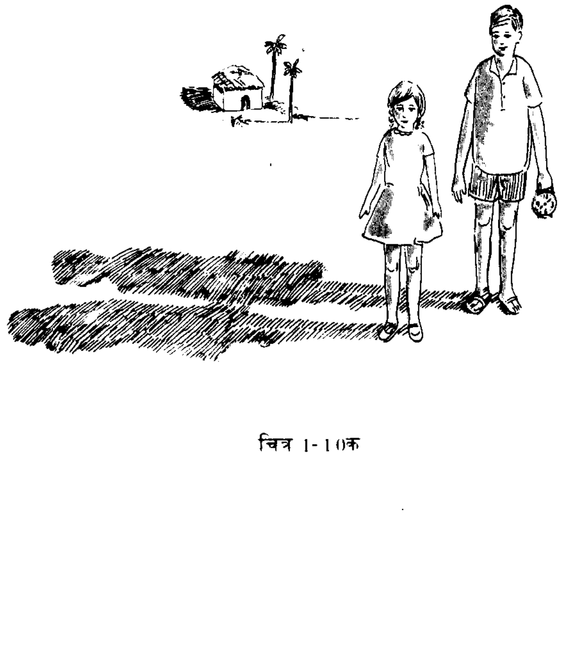
सवेरे की छाया लंबी होती है। शाम को भी लंबी छाया पड़ती है। जब दोपहर को सूर्य ठीक सर के ऊपर होता है तो छाया वस्तु के नीचे सीधी पड़ती है। प्रातःकाल छाया वस्तु से उसके पश्चिम की ओर पड़ती है और सायंकाल पूर्व की ओर। इस बात से यह स्पष्ट हो गया कि छाया प्रकाश के स्रोत से बिल्कुल विपरीत दिशा में बनती है। इस तरह छाया की लंबाई और दिशा में परिवर्तन इस बात पर निर्भर है कि प्रकाश के स्रोत और वस्तु की पारस्परिक स्थिति क्या है। छाया की लंबाई और दिशा में परिवर्तन होना सभी के लिए नित्य का अनुभव है। रात को यदि लैम्प का इस्तेमाल किया जाए तो भी यही बातें देखने में आएँगी।

4 (क). दोपहर की अपेक्षा सुबह और शाम की छाया अधिक लंबी होती है

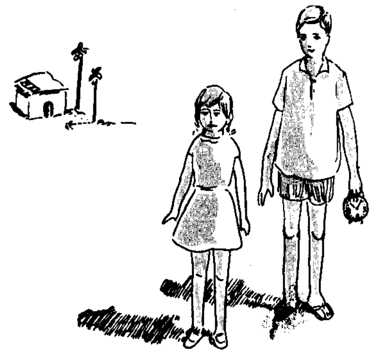
सुबह और तीसरे पहर के बाद सूर्य की किरणें तिरछी होती हैं। अतः हर चीज की छाया लंबी होती है। दोपहर को सूर्य की किरणें हर वस्तु के ठीक ऊपर से पड़ती हैं, इस कारण छाया वस्तु के नीचे आ जाती है। बच्चों ने यह बात देख रखी होती है। वे भी किसी बत्ती आदि की सहायता से यह प्रयोग कर सकते हैं, जैसे बत्ती को हाथ में लेकर, वस्तु से इसे भिन्न-भिन्न स्थितियों और दिशाओं में रखकर इसे हिलाडुला सकते हैं। वे यह सीख सकते हैं कि जिस सतह पर छाया पड़ती है उसकी स्थिति के अनुसार ही दिन के भिन्न-भिन्न समय में छाया की लंबाई निर्भर करेगी। नीचे लिखे कुछ सरल प्रयोगों से बच्चों को इन बातों के बारे में समझने में सहायता मिलेगी।

बाहरी प्रेक्षण | **छाया की लंबाई किस बात पर निर्भर करती है?**

बच्चों को बताने दीजिए कि उन्होंने दिन के भिन्न-भिन्न समय परछाइयों की लंबाई के बारे में क्या देख रखा है। कई बार उन्हें बाहर ले जाकर यही बात देखने में सहायता कीजिए। वे यह भी बताएँ कि परछाईं सबसे लंबी और सबसे छोटी कब होगी। आकाश में सूर्य की स्थिति को भी नोट करने को कहिए। उन्हें यह खोजने में सहायता कीजिए कि जिस ढंग से सूर्य की किरणें पृथ्वी पर पड़ती हैं उसी पर छाया की लंबाई निर्भर करती है। देखिए चित्र 1-10क और 1-10ख।



चित्र 1-10क



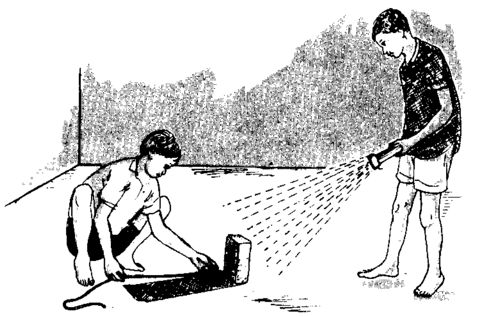
चित्र 1-10 ख
ज़मीन पर पड़ने वाली परछाइयों की लंबाई सूर्य की किरणों के कोण पर निर्भर करती है।

अन्वेषण

सूर्य की स्थिति के अनुसार परछाइयों की लंबाई क्यों घटती-बढ़ती है ?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश-स्रोत, ईंट

एक अँधेरे से कमरे में ईंट को एक सिरे पर से सीधी खड़ी कीजिए। टॉर्च या पैट्रोमैक्स से इस ईंट पर प्रकाश डालिए जिससे इसकी परछाई पड़ सके। (चित्र 1–11क)। पहले ईंट के पास से पूर्व की ओर से (प्रातःकाल के सूर्य की तरह) प्रकाश फेंकिए तथा छाया की लंबाई और स्थिति नोट कर लीजिए। अब टॉर्च या पैट्रोमैक्स को सीधा ईंट के लगभग ऊपर ले जाइए और छाया को नोट कीजिए (चित्र 1-11ख)। अब देखिए कि रोशनी को ईंट के पश्चिम की ओर फ़र्श के पास ले जाने पर छाया की लंबाई कितनी होती है। बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि इस मॉडल और सूर्य में कितनी समानता है जिसके कारण किसी खड़े खंभे की परछाइयाँ दिन भर पड़ा करती हैं।



चित्र 1-11 क

चित्र 1-11 ख

परछाईं की लंबाई अंशतः प्रकाश के कोण पर निर्भर करती है।

बच्चों में इस बात का मुकाबला कराइए कि कौन बच्चा अपनी परछाईं सबसे लंबी बना सकता है। कुछ बच्चे अपनी परछाईं दीवार पर डालकर दिखाएँगे और कुछ सुबह या शाम को ऐसा करेंगे ताकि लंबी-लंबी परछाइयाँ बनें।

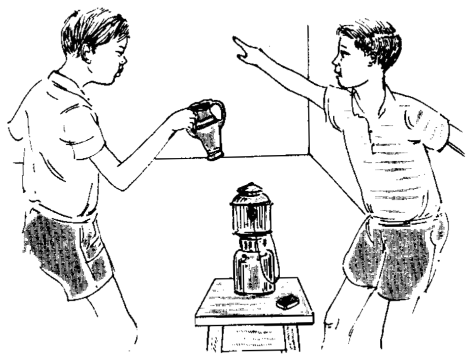
4 (ख). किसी वस्तु की छाया, जिधर से प्रकाश आता है, उसकी उल्टी दिशा में पड़ती है

पहली उपसंकल्पना की भाँति यह बात भी बच्चे और बड़े प्रतिदिन ही देखते हैं। छाया बनने के लिए यह ज़रूरी है कि अपारदर्शक वस्तु प्रकाश-स्रोत और छाया के बीच में हो। अतः छाया हमेशा अपारदर्शक वस्तु के एक तरफ़ और प्रकाश की विपरीत दिशा में होगी। इस बात को स्पष्ट करने के लिए भी यह काम उसी तरह किए जा सकते हैं जिस तरह चित्र 1–10 और 1–11 में दिखाया गया है। इस बार महत्त्व छाया की लंबाई को नहीं बल्कि उसकी दिशा की ओर देना चाहिए। इसको समझाने के लिए यहाँ कुछ और प्रयोग बताए जा रहे हैं।

अन्वेषण	छाया किस दिशा में बनेगी ?	आवश्यक सामग्री तीव्र प्रकाश-स्रोत

टॉर्च या किसी अन्य प्रकाश-स्रोत को अपारदर्शक वस्तु के एक ओर किसी ऐसे स्थान पर रखिए जिससे छाया बन सके, पर उसे अभी जलाइए नहीं। बच्चों से पूछिए कि रोशनी होने पर परछाईं किस तरफ़ पड़ेगी, जैसा कि चित्र 1–12 में है।

देखिए कि कौन-कौन से बच्चे ठीक बता सकते हैं। अब रोशनी जला दीजिए जिससे कि बच्चे स्वयं देख सकें कि किसकी बात ठीक निकलती है।



चित्र 1-12
पहले से यह बताया जा सकता है कि किसी वस्तु की परछाईं कहाँ पड़ेगी।

जब बच्चे बाहर खेल रहे हों तो उनसे अपनी ही परछाईं के पीछे दौड़ने को कहिए। क्या वे सब एक ही तरफ़ दौड़ते हैं? उनके दौड़ने की दिशा और सूर्य की दिशा में क्या संबंध है?

इकाई 1

हमारा विश्व

तीसरी कक्षा

सामान्य वृष्टि

पहली और दूसरी कक्षाओं की शिक्षा अधिकतर प्रेक्षणों तथा अध्यापक द्वारा बताई जाने वाली बातों तक ही सीमित रही है कि आकाश में कौन-कौन-सी चीजें देखनी हैं और वहाँ क्या-क्या परिवर्तन होते हैं। अब तीसरी कक्षा में बच्चे आकाश-विज्ञान सीखने में एक क़दम और आगे बढ़ेंगे। इस कक्षा मे अब वे यह सीखना शुरू करेंगे कि आकाश के पिण्डों का व्यवहार जैसा है वैसा ही क्यों है ? अर्थात् अब वे प्राकृतिक घटनाओं के कारण तथा प्रभाव के लक्षण की ओर ध्यान देंगे। वे अब यह सीखना शुरू करते हैं कि प्रकृति की ये घटनाएँ बस यों ही नहीं घटित होतीं बल्कि किसी भी कार्य का कोई न कोई कारण होता है।

इस इकाई में तीसरी कक्षा के बच्चे दिन और रात के होने का कारण सीखना शुरू करते हैं। इसके पहले उन्होंने इस घटना का केवल प्रेक्षण ही किया था यानी देखा ही था। अब वे सीखेंगे कि गोल पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने के फलस्वरूप ही रात-दिन होते हैं। इसी प्रकार, समय तथा इसका पृथ्वी के घूर्णन मे क्या संबंध है, इस बात को भी समझना शुरू करेंगे। चंद्रमा की शक्ल क्यों बदलती रहती है इस बारे में वे एक बार फिर विचार करेंगे। इस इकाई के दौरान भी बच्चे प्रेक्षण करते रहेंगे। लेकिन इनमें से कुछ प्रेक्षणों का प्रबंध अब कक्षा में ही किया जाएगा। इन प्रेक्षणों में अब केवल प्रकृति-निरीक्षण भर ही नहीं रहेगी बल्कि ये प्रेक्षण अब कुछ प्रयोगों का रूप लेना शुरू करेंगे।

इस कक्षा के स्तर पर अब भी बच्चे आकाश में होनेवाले परिवर्तनों के बारे में उत्सुक रहेंगे। पर अब वे इन परिवर्तनों में कुछ निश्चित बात या ढंग ढूँढ़ना शुरू करेंगे। वे केवल रात-दिन के बारे में ही नहीं बल्कि कुछ अधिक जटिल बातों जैसे चंद्र-कलाओं के बारे में भी निश्चित बातें ढूँढ़ना शुरू करेंगे।

इस प्रकार इस कक्षा के स्तर पर केवल प्रेक्षण ही नहीं रहता, बल्कि इसके साथ ही कुछ प्रयोग भी जुड़े रहते हैं। इसी प्रकार प्राकृतिक घटनाओं को देखने के साथ-साथ उनके कारणों पर भी ध्यान दिया जाएगा। अभी भी परिवर्तन ही पढ़ाई के मुख्य विषय रहेंगे, पर अब ध्यान इस बात की ओर रहेगा कि बार-बार ये परिवर्तन किस ढंग से होते हैं। अब बच्चा अधिक समझदार हो जाता है और विज्ञान के सीखने में उसके तरीके भी तदनुसार परिपक्व हो जाते हैं।

1. पृथ्वी एक बहुत बड़ी गोल गेंद है

हजारों वर्षों की खोज और विचार के फलस्वरूप अब यह स्वीकार कर लिया गया है कि पृथ्वी वास्तव में गोल है। अंतरिक्ष यानों से लिए गए चित्रों से भी यही पता लगता है कि पृथ्वी गोल है। आते और जाते जहाजों को देखकर भी यही मालूम होता है। आने वाले जहाज़ का मस्तूल पहले दिखाई देता है और तला बाद में। जाने वाले जहाज का तला क्षितिज में दृष्टि से पहले ओझल होता है और मस्तूल बाद में दीखना बंद होता है।

संसार भर में जानकार लोग यह मानते हैं कि पृथ्वी गोल है। यह बात इसके बावजूद भी सच है कि आम आदमी को पृथ्वी चपटी ही दिखाई देती है। चपटी दिखाई देने का कारण यह है कि पृथ्वी बहुत बड़ी है और फलस्वरूप कोई भी आदमी एक बार में पृथ्वी की सतह का बहुत छोटा सा भाग ही देख पाता है। पृथ्वी के व्यास के बारे में ख्याल है कि यह 13,000 किलोमीटर है। पहाड़ की चोटी पर खड़े होकर भी आदमी को इस विशाल पृथ्वी का बहुत ही छोटा सा भाग दिखाई देता है और उसे पृथ्वी का चपटा दिखाई देना स्वाभाविक है।

बच्चों को यह बतलाना कि पृथ्वी गोल है एक बात है और मनुष्य के इस विश्वास के कारणों को समझाना कि यह गोल है एक दूसरी बात है। इस कक्षा में बच्चों को कुछ प्रमाण दिए जाते हैं और उन्हें कुछ कारण भी समझाए जाते हैं ताकि वे वास्तव में विश्वास कर सकें कि पृथ्वी निश्चय ही बहुत बड़ी गोल गेंद की तरह है।

1 (क). पृथ्वी इतनी बड़ी है कि यह चपटी दिखाई देती है

किसी वक्रित वस्तु का आकार जितना ही बड़ा होता है उसकी सतह उतनी ही कम वक्रित होती है। साइकिल के बाल बेयरिंग या अन्य मशीनों में पड़नेवाली छोटी-छोटी गोलियों की सतह फुटबॉल की सतह की अपेक्षा कहीं अधिक वक्रित दिखाई देती है। फुटबॉल से भी बड़ी किसी गोल चीज़ की सतह और भी कम वक्रित दिखाई पड़ेगी। पानी के दीर्घकाय नलों में तो आदमी लंबा होकर सो भी सकता है क्योंकि इनका व्यास एक से दो मीटर तक का होता है। इसी तरह की कुछ बातों और उदाहरणों से बच्चे समझने लगेंगे कि पृथ्वी गोल होते हुए भी चपटी क्यों दिखाई पड़ती है। कई प्रकार के सरल प्रयोगों की योजना बनाई जा सकती है, जिससे कि यह बात उनकी समझ में अच्छी तरह पैठ जाए। इस दिशा में यहाँ एक प्रयत्न किया जा रहा है।

अन्वेषण | **गेंद की सतह कितनी चपटी होती है ?**

आवश्यक सामग्री
कागज, कैंची, गोलियाँ, फुटबॉल, मिट्टी की हाँडी, गोंद

बच्चों से काग़ज़ के एक सेण्टीमीटर लंबाई चौड़ाई वाले वर्गाकार टुकड़े कटवाइए। अब चित्र 1–13 की तरह वर्गाकार काग़ज़ के टुकड़ों को गोलियों पर चिपकवाइए। उनका ध्यान इस बात की ओर आकर्षित कीजिए कि बिना शिकन पड़े काग़ज़ गोली पर नहीं चिपक सकता। अगली बार उनसे कागज के वर्गाकार टुकड़े फूली हुई फुटबाल पर चिपकवाइए। अब काग़ज़ में शायद ही कोई शिकन पड़े। अब कोई बड़ी हाँडी या घड़ा मँगवाइए जो फुटबाल से भी बड़ा हो। बच्चों से घड़ा या हाँडी की गोल सतह पर काग़ज़ के टुकड़े चिपकवाइए। अब तो काग़ज़ में बिल्कुल ही शिकन नहीं पड़ेगी। अब बच्चों को और भी बड़ी गोल चीज़ों की कल्पना करने दीजिए और यह निष्कर्ष निकालने दीजिए कि किसी भी बिन्दु के चारों ओर ,कोई भी वक्रित सतह काग़ज़ के वर्गाकार टुकड़े की तुलना में चिपटी ही दिखाई देती है। इसी तरह से पृथ्वी भी इतनी विशाल गेंद है कि वह चपटी ही नज़र आती है भले ही उसकी सतह पर खड़े होकर कोई चाहे कितनी ही दूरी तक क्यों न देखे।

चित्र 1-13
कोई गोल चीज जितनी ही बड़ी होगी उसकी सतह उतनी ही चपटी होगी।

बच्चों को अपने-अपने घर पर भी गोल बर्तनों, तवे या कड़ाही पर भी यह प्रयोग करने को कहिए और कक्षा में आकर अपने प्रेक्षणों के बारे में चर्चा करने को कहिए।

1 (ख). पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाना संभव है

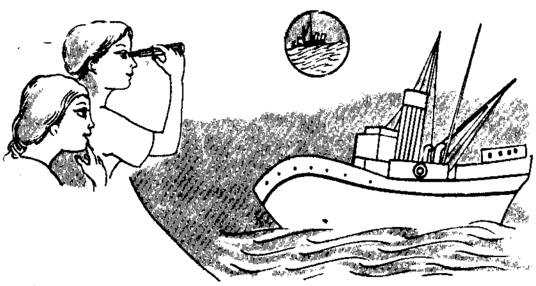
बाहरी प्रेक्षण

विद्वान लोग करीब ढाई हज़ार वर्ष से पृथ्वी को गोल मानते चले आए हैं। क़रीब 450 वर्ष पहले मैगेलन नामक एक यूरोपीय नाविक ने जहाज द्वारा पहली बार पृथ्वी की परिक्रमा की। इससे पहले पृथ्वी के चारों ओर तो नहीं पर कुछ-कुछ भागों में जहाज़ों से यात्रा की गई थीं। आजकल तो तीव्र गति से उड़नेवाले विमान 24 घंटे मे भी कम समय में पृथ्वी का चक्कर लगा लेते हैं। कृत्रिम उपग्रह तो 90 मिनट में ही पृथ्वी के चारों ओर घूम जाते हैं।

इनमें से अधिकांश अनुभव तीसरी कक्षा के विद्यार्थियों की कल्पना से परे होते हैं। निस्संदेह उनसे व्यक्तिगत रूप से यह आशा नहीं की जा सकती कि वे ये सारे अनुभव स्वयं प्राप्त कर लें। फिर भी कुछ ऐसे अनुभव हैं, जिनके द्वारा अध्यापक बच्चों के समक्ष ऐसे प्रमाण उपस्थित कर सकते हैं जिससे कि वे यह मान लें कि पृथ्वी एक बहुत बड़ा गोला है।

बाहरी प्रेक्षण | **समुद्र में बहुत दूरी पर जहाज़ कैसा दिखाई देता है ?**

यदि स्कूल समुद्र-तट के किसी शहर में है तब तो बच्चे पृथ्वी के गोल होने का स्वयं प्रमाण पा सकते हैं। बच्चों को समुद्र के किनारे ले जाइए जहाँ से वे या तो दूर से बंदरगाह की ओर आते हुए जहाजों को या फिर बंदरगाह तुरंत छोड़नेवाले जहाज़ों को देख सकें। उनसे इस बारे में बातचीत कीजिए कि क्या कारण है कि आनेवाले जहाज़ का नीचे का भाग पहले अदृश्य रहता है और ऊँचे भाग दिखाई पड़ते रहते हैं जैसा कि चित्र 1–14 में दिखाया गया है। अब उन्हें समझाइए कि इस सामान्य प्रेक्षण का मुख्य आशय यह है कि पृथ्वी गोल है।



चित्र 1-14
समुद्र में चलने वाले जहाज जैसे-जैसे क्षितिज के समीप होते जाते हैं वैसे-वैसे ही विलुप्त होते हुए प्रतीत होते हैं।

बाहरी प्रेक्षण | **ग्रहण के समय चंद्रमा का आकार कैसा होता है ?**

जब कभी चंद्रग्रहण पड़े तो बच्चों से उसे देखने को कहिए और यह भी कहिए कि वे कक्षा में आकर बताएँ कि ग्रहण में चंद्रमा की शक्ल कैसी हो गई थी। उन्हें बताइए कि चंद्रमा पर पृथ्वी की छाया पड़ने के कारण ग्रहण पड़ता है। इस बात से उन्हें यही निष्कर्ष निकालने दीजिए कि पृथ्वी गोल है क्योंकि चंद्रमा पर इसकी परछाईं गोल पड़ती है। वे यह पहले ही सीख चुके हैं कि छाया की शक्ल छाया बनानेवाली वस्तु के आकार से मिलती-जुलती होती है।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

प्रारंभ के विद्वानों ने पृथ्वी के गोल होने का विचार रखा

संसार में कोई भी आदमी जो थोड़ा-बहुत चिन्तन करता है, इस बात से सहमत है कि पृथ्वी गेंद की तरह गोल है। तुम भी इसी बात पर विश्वास करते हो। पर यह विश्वास तुम क्यों करते हो ? क्या इस कारण तुम इसे ठीक समझते हो कि तुम्हारे माता-पिता या अध्यापक ने तुम्हें ऐसा बताया ? या तुम्हारे पास कोई स्वयं का प्रमाण है कि पृथ्वी गोल है। आखिर लगती तो पृथ्वी बिल्कुल चपटी है। हाँ, आधुनिक अंतरिक्ष-यात्रियों द्वारा लिए गए पृथ्वी के चित्रों से तो यह स्पष्ट गोला ही लगती है। लेकिन वैज्ञानिकों को पहली बार कब इस बात का ठोस प्रमाण मिला कि पृथ्वी गोल है ?

सबसे शुरू में वास्तविक प्रमाण तब मिला जब आदमी ने पहली बार जहाज़ से पृथ्वी का चक्कर लगाया। यह व्यक्ति एक पुर्तगाली नाविक मैगेलन था। वह स्पेन के बादशाह की सेवा में रहकर यह काम कर रहा था। उसने उन द्वीपों तक पहुँचने का बीड़ा उठाया जिन्हें आज मलयेशिया कहा जाता है। उसने पश्चिम की ओर यात्रा करके वहाँ पहुँचने का निश्चय किया क्योंकि वह उन्हें पश्चिम में ही समझता था। उसने 1519 ई० में पाँच जहाज़ों के साथ समुद्री यात्रा आरंभ की और अतलांतिक महासागर पार कर वह दक्षिणी अमरीका पहुँचा। जब उसने दक्षिणी अमरीका का दक्षिणी कोना पार किया तो समुद्र उसे बहुत अशांत दिखाई दिया। पर जब वह अगले महासागर में पहुँचा, तो उसने इसे बहुत शांत पाया। इससे उसने इसका नाम 'प्रशांत महासागर' रख दिया। प्रशांत महासागर को पार करने में मैगलन को तीन मास से ऊपर लगे। उसको तो फिलीपीन द्वीप समूह में मार दिया गया किन्तु उसके 19 साथी और एक जहाज बचकर स्पेन पहुँच ही गए। उन्हें पृथ्वी का चक्कर लगाने में तीन वर्ष लगे। यह इस बात का निश्चित प्रमाण था कि पृथ्वी गोल है।

वास्तव में मैगेलन को अपनी समुद्र यात्रा शुरू करने से पहले से ही यह विश्वास था कि पृथ्वी गोल है। इटली का नाविक कोलंबस भी यही मानता था जिसने 1492 ई० में अतलांतिक महासागर पार कर उत्तरी अमरीका का पता लगाया। कोलंबस पश्चिम की ओर चलकर ईस्ट इंडीज़ पहुँचकर पूर्व की अपार दौलत का पता लगाना चाहता था। उसे यह नहीं मालूम था कि बीच में दो अमरीका महाद्वीप और भी हैं। जब उसने उत्तरी अमरीका के पास पहली बार भूमि के दर्शन किए तो वह समझा कि उसने ईस्ट इंडीज़ का पता लगा लिया है और उसने वहाँ जो लोग देखे उन्हें इंडियन ही नाम दिया।

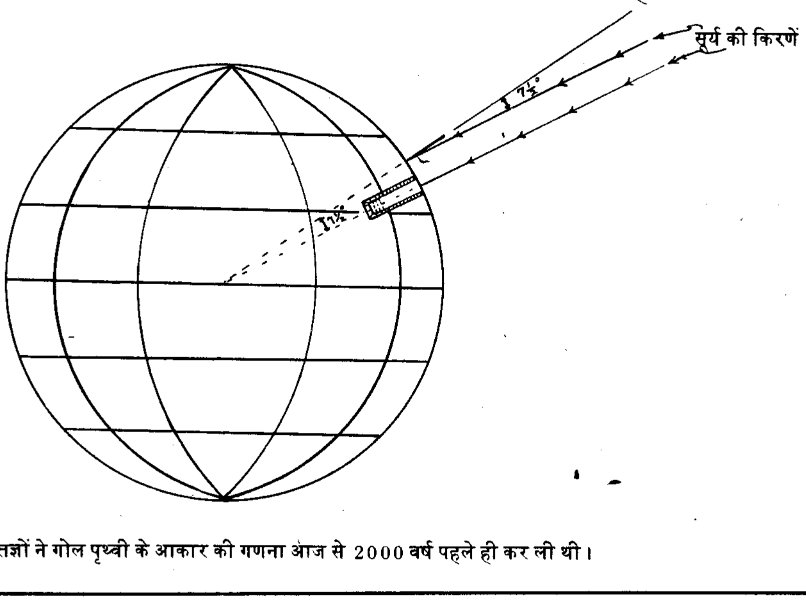
मार्कोपोलो भी आरंभ के महान यात्रियों में से था। वह 15 वर्ष की अवस्था में ही अपने पिता और चाचा के साथ एक लंबी साहसपूर्ण यात्रा पर चल दिया। बहुत बार भटकने और कठिन यात्रा के बाद 1275 ई० में वह कुबला खाँ के दरबार में पहुँचा। तब तक वह 21 वर्ष का हो चुका था। कुबला खाँ की राजधानी आजकल के पेकिंग नगर से कुछ ही सौ किलोमीटर उत्तर-पश्चिम में थी। वह 17 वर्ष तक महान मंगोल सम्राट की सेवा में रहा और उसने इस बीच सुदूर पूर्व में काफ़ी यात्रा की। कम से कम एक बार वह इंदोनेशिया भी गया। जब अंत में वह इटली पहुँचा तो उसने अपनी प्रसिद्ध पुस्तक 'दि बुक ऑव मार्कोपोलो' लिखी। यह पुस्तक ऐसी अद्भुत और विचित्र कहानियों से भरी थी कि लोगों ने इस पर विश्वास ही नहीं किया। मार्कोपोलो भी संभवतः विश्वास करता था कि पृथ्वी गोल है, यद्यपि वह इसे निश्चित रूप से सिद्ध नहीं कर पाया।

मार्कोपोलो से बहुत पहले भी चंगेज खाँ के लड़ाकू सैनिक बहुत दूर-दूर तक चले गए थे। उनमें से कुछ तो पृथ्वी के एक चौथाई भाग को पार कर गए थे, जिसका उन्हें ज्ञान नहीं था। इसी जमाने में नार्वे

और आइसलैण्ड के वाइकिंग भी दूर-दूर तक गए। अब पता चला है कि उन्होंने ग्रीनलैण्ड में अपनी बस्तियाँ बसाने की कोशिश की और उनमें से कुछ तो वर्तमान कनाडा और उत्तरी अमरीका के भीतर तक पहुँच गए। यद्यपि वे इस बात को नहीं जानते थे पर वे संयुक्त राज्य अमरीका के उस स्थल तक पहुँच गए थे जो अतलांतिक और प्रशांत महासागर के तटों के बीच में था।

किन्तु इससे करीब 2000 वर्ष से भी अधिक पहले प्राचीन विद्वान पृथ्वी को गोल समझने लगे थे। यह ठीक है कि उन्होंने जहाजों को बंदरगाह से चलकर धीरे-धीरे क्षितिज में अदृश्य होते देखा था—पहले जहाजों का पेंदा गायब होता था और अंत में उनके मस्तूल ओझल होते थे, किन्तु सबसे प्रत्यक्ष प्रमाण यूनानी गणितज्ञों ने प्रस्तुत किए और इसके लिए उन्होंने बहुत लंबी यात्राएँ भी नहीं कीं। उन्हें यह पता था कि जून के किसी एक दिन मिस्र के किसी शहर में सूर्य ठीक सिर पर होता था, किन्तु उसी समय कई सौ किलोमीटर उत्तर की ओर यूनान में ऐसा नहीं होता था। मिस्र में सूर्य की किरणें एक कुएँ में सीधी पहुँचती थीं जैसा कि चित्र 1–15 में दिखाया गया है लेकिन कुछ उत्तर में उसी समय ऐसा देखने में नहीं आता था। एराटोस्थनीज नामक यूनानी गणितज्ञ ने यह विचार प्रगट किया कि पृथ्वी गोल है और इसी कारण ऐसा होता है। इसी धारणा के आधार पर उसने यूनान में जून की दोपहर के सूर्य की किरणों का कोण मापा और इसके आधार पर पृथ्वी के आकार का हिसाब लगाया। उसके हिसाब से पृथ्वी का व्यास 10 से 12 हज़ार किलोमीटर बैठा। आज हम जानते हैं कि यह व्यास करीब 13,000 किलोमीटर है।

तो आपने देखा कि मनुष्य ने पृथ्वी की शक्ल के बारे में प्रमाण एकत्र करने में सदियों परिश्रम किया। फिर भी कुछ सौ वर्ष पहले तक तो बहुत से ऐसे व्यक्ति भी थे जो पृथ्वी को गोल मानने को तैयार ही नहीं होते थे। उन्होंने इस प्रमाण को भी स्वीकार नहीं किया और यही समझते रहे कि पृथ्वी गोल नहीं चपटी है क्योंकि आँख को यह चपटी ही दिखाई देती है। पर आज आप जानते हैं कि पृथ्वी गोल है यद्यपि आपकी आँखों को यह आज भी चपटी ही दिखती है। इसका कारण यह है कि आज आप एक आधुनिक समाज में रहते हैं जो कि अपने विचार अधिकाधिक वैज्ञानिक प्रमाणों के आधार पर बनाता है।



चित्र 1-15
यूनानी गणितज्ञों ने गोल पृथ्वी के आकार की गणना आज से 2000 वर्ष पहले ही कर ली थी।

बच्चों को पृथ्वी के वे चित्र दिखाइए जो कि मनुष्य निर्मित उपग्रहों और अंतरिक्ष यानों से हाल में ही लिए गए हैं। बच्चों को इन चित्रों का अध्ययन करने दीजिए, इससे उनको पृथ्वी गोल होने का और भी अधिक प्रत्यक्ष प्रमाण मिलेगा।

2. पृथ्वी घूमती है, इसी के कारण दिन और रात होते हैं

पिछली कक्षाओं में बच्चे यह सीख चुके हैं कि दिन और रात सूर्य-प्रकाश के रहने और न रहने से होते हैं। सूर्य पृथ्वी के चारों ओर घूमता हुआ दिखाई पड़ता है। सुबह पूर्व में उदय होता है और शाम को पश्चिम में अस्त होता है। वास्तव में पृथ्वी अपनी धुरी के चारों ओर पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है। यह सापेक्षिक गति का प्रश्न है। कई शताब्दियों तक मनुष्य समझता रहा कि सूर्य 24 घंटों में पृथ्वी का एक पूरा चक्कर लगा लेता है। इस इकाई में तीसरी कक्षा के छात्र उन कुछ प्रमाणों को देखना आरंभ कर सकते हैं, जिनके कारण अंततोगत्वा इस आधुनिक विचार की पुष्टि हुई।

2 (क). सूर्य की ओर वाला पृथ्वी का भाग प्रकाशित रहता है और दूसरी ओर का अँधेरा।

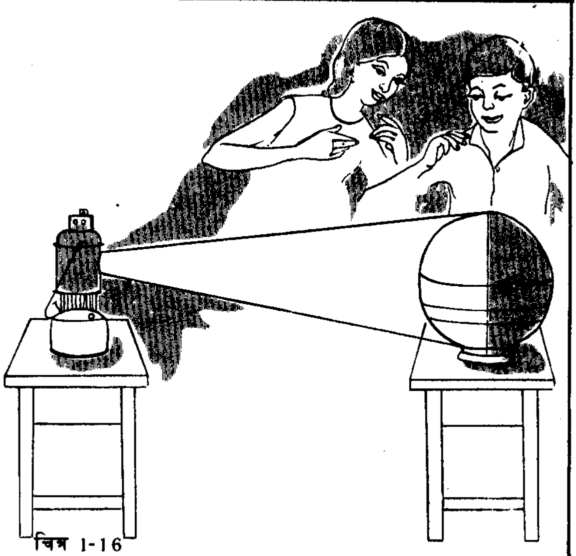
इस उपसंकल्पना से संबंधित प्रयोग बच्चे पहले ही कर चुके हैं। दिन व रात, सूर्योदय और सूर्यास्त तथा समय के माप आदि विचार एक दूसरे से संबद्ध हैं। पहले के कामों में यह नहीं माना गया था कि सूर्य पृथ्वी का चक्कर लगाता है। बल्कि यह माना गया कि पृथ्वी ही सूर्य के चारों ओर घूमती है। इस कक्षा में बच्चे यह भी समझने लगते हैं कि आधुनिक शिक्षित व्यक्ति इस बाद वाले विचार को क्यों मानते हैं।

अन्वेषण

सारी पृथ्वी पर एक ही समय दिन क्यों नहीं होता?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश-स्रोत, गेंद या गोल हाँडी, काला कागज

बच्चों को धूप में ले जाइए। एक बच्चे को कोई बड़ी गेंद या हाँडी दे दीजिए। अब बच्चों से कहिए कि वे इसके सूरज की तरफ वाले हिस्से को देखें और फिर दूसरी ओर के हिस्से को भी। अब बच्चों को कक्षा में लौटा लाइए। कमरे में काफ़ी अँधेरा कर लीजिए। कमरे के करीब बीच में मेज पर रोशनी की बत्ती रखिए और ऐसा प्रबंध कीजिए कि प्रकाश का पतला सा किरण-पुंज ही निकले और एक ही दिशा में निकले। इसके लिए बत्ती को एक छोटे से छेद वाले काले कागज से ढक दीजिए। अब किसी बच्चे से चित्र 1–16 की तरह हाँडी को प्रकाश की लौ की सीध में पकड़ कर खड़े होने को कहिए या उसे किसी प्रकार उसी ऊँचाई पर रखने का प्रबंध कीजिए। दूसरे बच्चों से देखने को कहिए। अब गोल चीज़ (हांडी) को घुमाने को कहिए। दूसरे बच्चों से



चित्र 1-16
किसी भी समय में सूर्य पृथ्वी के आधे हिस्से को ही प्रकाश प्रदान करता है।

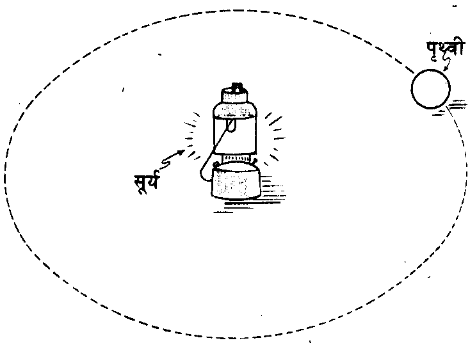
देखने को कहिए और उनसे पूछिए कि हाँडी के किस भाग पर उजाला है और किस भाग पर नहीं। हाँडी के जिस भाग पर प्रकाश नहीं पड़ता वह भाग क्यों नहीं दिखाई देता।

अन्वेषण

कौन घूमता है--सूर्य या पृथ्वी ?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश-स्रोत, गोल गेंद या हाँडी

किसी तीव्र प्रकाश को सूर्य और हाँडी या गेंद को पृथ्वी मान कर रखिए। बच्चों को याद दिलाइए कि सूर्य पूर्व से उदय होता हुआ और पश्चिम में अस्त होता हुआ दिखाई देता है। यदि यह मान लिया जाए कि पृथ्वी घूमती है और उसी के कारण दिन और रात होते हैं तो उत्तरी ध्रुव के ऊपर किसी स्थान से देखने पर यह घड़ी की सुई की उल्टी दिशा में घूमती दिखाई देनी चाहिए जैसा कि चित्र 1–17 में दिखाया गया है। अब बच्चों को यह भी याद दिलाइए कि उन्हें पृथ्वी कितनी बड़ी बताई गई थी (करीब 13,000 किलोमीटर के व्यास की)। यह विचित्र तो लगेगा कि इतनी बड़ी चीज़ इतनी तेज़ी से घूमे कि 24 घंटे में ही एक पूरा चक्कर लगा ले, लेकिन अब बच्चों को सूर्य के व्यास की भी याद दिलाइए कि इसे कितना बड़ा बताया गया था (करीब 15 करोड़ किलोमीटर)। उन्हें यह कल्पना करने में मदद दीजिए कि सूरज जैसी बड़ी चीज़ का और पृथ्वी से इतनी दूरी पर रहते हुए 24 घंटे में पृथ्वी का चक्कर लगाना तो और भी विस्मयकारक है। यही एक मुख्य कारण है जिससे आधुनिक वैज्ञानिक यह मानते हैं कि पृथ्वी ही अपनी धुरी पर चक्कर काटती है।



चित्र 1-17
विशाल सूर्य के घूमने की कल्पना करने की अपेक्षा यह कल्पना करना कहीं आसान है कि छोटी-सी पृथ्वी घूम रही है।

बच्चों से इस प्रश्न पर बहस करवाइए कि "क्या रात का मतलब पृथ्वी की छाया से लगाना चाहिए?" (हाँ)

फिर बच्चों को इस प्रश्न पर मौलिक दृष्टि से बातचीत कराइए कि "क्या चंद्रमा पर भी रात और दिन होते हैं?" (हाँ, वहाँ भी होते हैं।)

2 (ख). सूर्य का प्रकाश पूर्व से पश्चिम की ओर चलता है क्योंकि पृथ्वी पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है

बच्चे अब तक यह जान चुके होते हैं कि सूर्य पूर्व में उदय होता दिखाई देता है और पूरे आकाश को पार करके पश्चिम में अस्त होता दीखता है। बड़े लोग तो जानते हैं कि वास्तव में ऐसा नहीं होता। वास्तव में तो पृथ्वी अपनी धुरी पर पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है और देखने वाले को ऐसा लगता है कि सूरज उल्टी दिशा यानी पूर्व से पश्चिम की ओर चल रहा

है। यह सापेक्ष गति की धारणा का एक अच्छा उदाहरण है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनसे इस महत्त्वपूर्ण संकल्पना को समझने में और पृथ्वी के घूमने के परिणाम को समझने में सहायता मिल सकती है।

चर्चा

सापेक्ष गति का क्या अर्थ है?

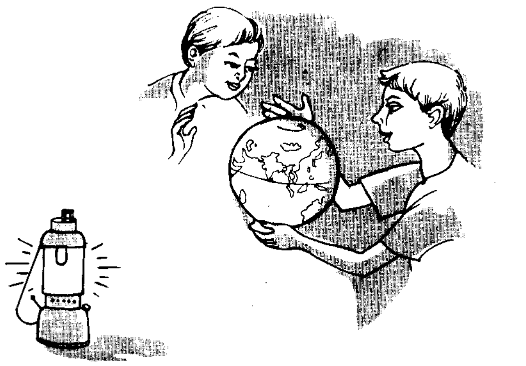
बच्चों से कहिए कि वे तट से बहुत दूर समुद्र में ठहरे हुए दो जहाजों की कल्पना करें। एक जहाज छोटा है और दूसरा बड़ा। बड़ा जहाज छोटे से आगे है। जब सुबह नाविक जागते हैं तो देखते हैं कि बड़ा जहाज पीछे हो गया या छोटा जहाज आगे बढ़ गया। आपस में चर्चा करने से पता चलेगा कि यह सब इस बात पर निर्भर करता है कि प्रेक्षण कहाँ से हो रहा है। कौन सा जहाज दूसरे के मुकाबले चला है—यही बात गति की सापेक्षता कहलाती है।

अन्वेषण

पृथ्वी का घूर्णन किस दिशा में होता है?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश-स्रोत, बड़ी सी गेंद या मिट्टी की हाँडी

किसी गेंद या हाँडी को पृथ्वी और किसी टॉर्च या लालटेन या अच्छी तरह प्रकाशित खिड़की को सूर्य मानिए। इस पृथ्वी (गेंद या हाँडी) पर किसी हिस्से को भारत मानकर निशान लगा लीजिए। नमूने की इसी पृथ्वी पर पूर्व और पश्चिम के भी निशान लगा लीजिए। बच्चों को बताइए कि सूर्योदय और सूर्यास्त के बारे में समझाने में इसी मॉडल का इस्तेमाल किया जाएगा। अब बच्चों से कहिए कि वे हाँडी को इस तरह घुमाएँ कि सूर्य पूर्व की ओर से निकलता और पश्चिम की ओर डूबता दिखाई दे। इस निष्कर्ष पर पहुँचने में उनकी मदद कीजिए कि पृथ्वी के पश्चिम से पूर्व की ओर घूमने से ही ऐसा संभव है जैसा कि चित्र 1–18 में दिखाया गया है। इसे पृथ्वी के घूमने का प्रमाण नहीं मानना चाहिए, फिर भी यह एक उपयोगी अनुभव रहेगा और बच्चों को अपनी ही समझ और तर्क से इस निष्कर्ष पर पहुँचने में सहायक होगा।



चित्र 1-18
उत्तर से देखने पर पता चलता है कि पृथ्वी घड़ी की सुइयों की उल्टी दिशा में घूमती है।

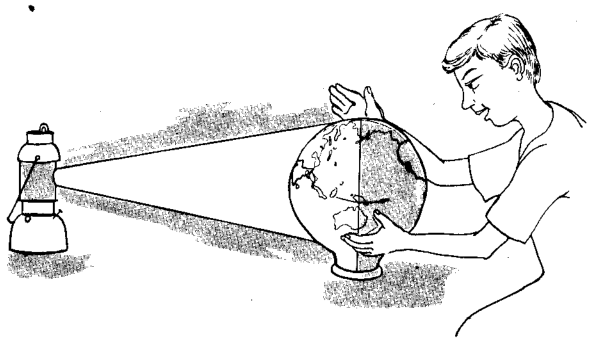
बच्चों से पूछिए कि जब वे बस या रेल में चढ़े होते हैं और वह चलती रहती है तो कैसा लगता है। क्या ऐसा नहीं लगता कि चारों ओर की सब चीजें पीछे को भाग रही हैं?

2 (ग). जब भारत में दिन होता है तो अमरीका में रात होती है और जब वहाँ दिन होता है तो यहाँ रात होती है

बच्चों के पास ऐसा कोई प्रमाण नहीं होता जिससे कि वे कह सकें कि किसी भी समय पृथ्वी के केवल आधे भाग पर ही सूर्य का प्रकाश रहता है अर्थात् किसी भी समय पृथ्वी के केवल आधे भाग पर ही दिन रहता है और आधे पर रात। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनके करने से इस तथ्य की सच्चाई समझ में आ सकती है।

अन्वेषण	भिन्न-भिन्न स्थानों पर दिन अलग-अलग समय क्यों होता है ?	आवश्यक सामग्री

आवश्यक सामग्री
रोशनी, बड़ी गेंद या हाँडी
बत्ती या रोशनी, बड़ी सी गेंद या मिट्टी की हाँडी



चित्र 1-19
जब भारत में दिन होता है तब अमरीका में रात होती है।

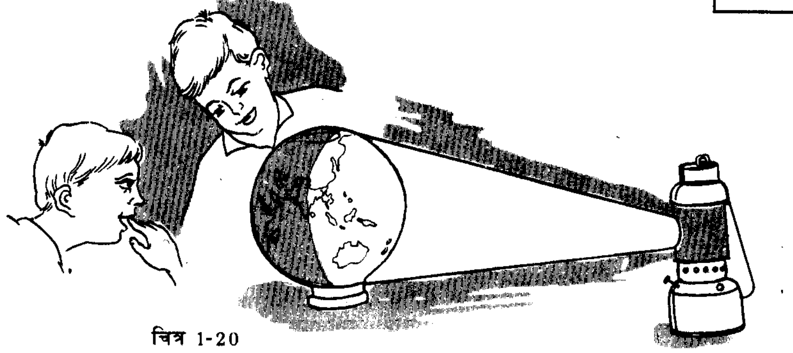
कक्षा के लगभग बीच में किसी प्रकाश का प्रबंध कीजिए और इसमें से पतला सा प्रकाश का किरण-पुंज निकलने दीजिए। अब किसी बच्चे से इस प्रकाश पुंज के सामने हाँडी या गेंद को हाथ में पकड़ कर धीरे-धीरे घुमाने को कहिए जैसा कि चित्र 1–19 में दिखाया गया है। हाँ, हाँडी या गेंद पर भारत और अमरीका को पहले से ही मोटी तौर से अंकित करा लीजिए। जब भारत प्रकाश की ओर हो तो बच्चों से कहिए कि वे देखें कि अमरीका कहाँ है। अब बच्चों को स्वयं अनुभव करने दीजिए कि जब भारत में दिन होता है तो अमरीका में रात होती है। अब धीरे-धीरे "अमरीका" को प्रकाश की ओर लाइए। अब बच्चों को स्वयं देखने दीजिए कि "भारत" कहाँ है और समझने दीजिए कि जब अमरीका में दिन होता है तो भारत में रात होती है।

2 (घ). पूर्वी पाकिस्तान में घड़ियाँ भारत से आधा घंटा आगे होती हैं और पश्चिमी पाकिस्तान में आधा घंटा पीछे

अधिकांश बच्चों के लिए स्थानीय घड़ी का समय ही समय होता है। इसके विपरीत समझने के लिए उनके पास कोई प्रमाण नहीं होता। कुछ चुने हुए कामों से यह करके दिखाया जा सकता है कि पृथ्वी के भिन्न-भिन्न स्थानों पर समय भी भिन्न-भिन्न होता है। यहाँ कुछ उदाहरण प्रस्तुत हैं :

अन्वेषण | **भारत और पाकिस्तान की घड़ियों में अंतर क्यों है?**

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश-स्रोत
बड़ी गेंद या हाँडी



चित्र 1-20
दिन का प्रकाश पूर्व से पश्चिम की ओर को चलता है।

हाँडी या गेंद को पृथ्वी मान लीजिए और इस पृथ्वी पर भारत का नक्शा खींच दीजिए और पूर्वी और पश्चिमी पाकिस्तान की स्थिति भी समझा दीजिए। अब किसी बच्चे से हाँडी या गेंद को धीरे-धीरे पश्चिम से पूर्व की ओर घुमाने को कहिए जैसा कि चित्र 1–20 में दिखाया गया है। दूसरों को यह देखने दीजिए कि पूर्वी पाकिस्तान की राजधानी ढाका में प्रकाश पहले आता है या भारत की राजधानी दिल्ली में। उन्हें इस बात को सीखने दीजिए कि पूर्वी पाकिस्तान में प्रकाश पहले आता है अर्थात् वहाँ सवेरा पहले होता है। इसी कारण वहाँ की घड़ियाँ दिल्ली की घड़ियों से आधा घंटा आगे होती हैं। अब हाँडी या गेंद को थोड़ा सा और घुमाइए ताकि दिल्ली प्रकाश के सामने आ जाए। इस समय कराची (पश्चिम पाकिस्तान) में अँधेरा ही होगा। इसका अर्थ यह हुआ कि कराची में सवेरा दिल्ली से भी बाद में होता है। इसी कारण कराची की घड़ियाँ दिल्ली की घड़ियों से आधा घंटा पीछे होती हैं। जब सूर्य मध्य भारत के ठीक ऊपर होता है तो उस समय की पृथ्वी की स्थिति को सावधानी से नोट कीजिए। बस यही स्थिति है जब दोपहर होता है। बच्चों को यह भी समझना होगा और इसमें आप मदद दीजिए कि भारत में दोपहर पूर्वी पाकिस्तान से तो बाद में होता है पर पश्चिमी पाकिस्तान से पहले होता है।

100-200किलोमीटर दूर पूर्व के स्कूलों के बच्चों से पत्र-व्यवहार कराने में अपनी कक्षा के कुछ बच्चों की मदद कीजिए। इसी प्रकार कुछ को 100-200 किलोमीटर दूर पश्चिम के विद्यार्थियों से पत्र-व्यवहार कराइए, इन सभी बच्चों के तीन दल बना दीजिए और तीनों से तीन स्थानों के सूर्योदय का ठीक-ठीक समय नोट करने को कहिए। वे अध्यापक की सहायता से अपने नोट किए हुए दूसरे वर्ग के बच्चों के समय मे मिला सकते हैं।

3. चंद्रमा सूर्य से प्रकाश प्राप्त करता है

चंद्रमा आकाश में बच्चों की सबसे अधिक जानी-पहचानी चीजों में मे एक है। किन्तु यह बाकी सबसे कई बातों में बिल्कुल भिन्न है। एक तो यह बात है कि सभी खगोलीय पिण्डों में यह पृथ्वी के सबसे निकट है (केवल उल्काओं को छोड़कर जो

स्थायी नहीं होतीं)। दूसरे चंद्रमा का अपना प्रकाश नहीं होता है यह केवल परावर्तित प्रकाश से ही चमकता है। यह उस सफेद गेंद की तरह है, जो कुछ प्रकाश पड़ने पर ही दिखाई देती है, अँधेरे में बिल्कुल नहीं दीखती।

यदि किसी निपट अँधेरी रात में कोई सफ़ेद गेंद बाहर पड़ी हो तो यह तभी दीखेगी जब इस पर टॉर्च का प्रकाश पड़े और इसका वही वाला आधा भाग दिखाई पड़ेगा जो टॉर्च की ओर होगा।

बस यही बात चंद्रमा के बारे में भी है। सूर्य की ओर वाला भाग खूब चमकता है और अँधेरा भाग बिल्कुल दिखाई ही नहीं देता। तीसरी कक्षा के बच्चों को यह बात समझाई जा सकती है। कुछ तो चंद्रमा के चक्र और इसकी कलाओं को भी समझना शुरू कर सकते हैं। पर इतना तो सभी समझ सकते हैं कि चंद्रमा केवल परावर्तित प्रकाश के कारण ही दिखाई पड़ता है और चंद्रमा की शक्ल जो बदलती दिखाई देती है वह भी इसी कारण से।

3 (क). चंद्रमा का सूर्य की ओर वाला भाग प्रकाशित रहता है शेष भाग अप्रकाशित रहता है

प्रायः उन सारी वस्तुओं पर जिन्हें हम देखते हैं, चारों ओर से काफ़ी प्रकाश पड़ता है। उनके सब भाग अच्छी तरह इसीलिए दिखाई पड़ते हैं कि हर-एक पर थोड़ा-बहुत प्रकाश पड़ता है। पर जब अँधेरी रात में किसी आदमी को टॉर्च, लालटेन या आग की रोशनी से देखने की कोशिश की जाती हैं, तो उसका सब कुछ नहीं दिखाई देता। उसके केवल वही भाग दिखाई देते हैं, जो प्रकाश की ओर होते हैं, अन्य भाग अदृश्य रहते हैं। यही बात चंद्रमा के बारे में लागू होती है। यह करीब 3,400 किलोमीटर व्यास का गोला है और पृथ्वी से करीब 4 लाख किलोमीटर दूर है। चंद्रमा का केवल वही भाग दिखाई पड़ सकता है जो सूर्य की ओर होता है, यही अर्धांश प्रकाशित होता है। जब प्रकाशित अर्धांश पृथ्वी की ओर होता है तो यह स्थिति 'पूर्णिमा' कहलाती है। प्रायः प्रकाशित आधा भाग, दृष्टि-रेखा से दाईं या बाईं ओर होता है तब चंद्रमा कभी आधा, कभी थोड़ा कटा हुआ, कभी बिल्कुल पतली सी पट्टी जैसा दीखता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को इन बातों और उनके कारणों को समझने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण | **वस्तुओं को दृष्टिगोचर बनाने के लिए क्या चाहिए?** | **आवश्यक सामग्री**

एक खूब अँधेरे कमरे को प्रयोग में लाइए या बच्चों को बहुत अँधेरी रात में बाहर खेत में भी ले जाया जा सकता है। अब उन्हें बताइए कि वे न तो कोई चीज देख सकते हैं और न ही एक दूसरे को ही। अब बच्चों के ऊपर टॉर्च या लालटेन का प्रकाश डालिए। अब उनसे पूछिए कि उन्हें सब चीज़ें क्यों दिखाई देने लगीं?

अन्वेषण | **चंद्रमा की शक्ल क्यों बदलती रहती है?** | **आवश्यक सामग्री**
तीव्र प्रकाश-स्रोत, बड़ी गेंद या हाँडी, सफ़ेद कागज या कपड़ा

बच्चों के पीछे से किसी सफ़ेद गेंद (या सफ़ेद पुती हाँडी) पर टॉर्च का प्रकाश डालिए, चित्र 1–21क। उन्हें समझाइए कि यह प्रकाशित भाग पूर्णिमा की तरह ही है। अब टॉर्च को थोड़ा इधर-उधर घुमाइए, जिससे इसका प्रकाश "चंद्रमा" के ऊपर पड़े, पर दृष्टि-रेखा से थोड़ा हटकर जैसा चित्र

1–21ख में दिखाया गया है। इस बात की ओर ध्यान दीजिए कि ऐसा करने से "चंद्रमा" की शक्ल में क्या अंतर पड़ा। अब बच्चों को कहिए कि वे इस ढंग से टॉर्च का प्रकाश डालें कि "अर्धचंद्र" या 'बालचंद्र' जैसा दिखाई पड़े।

चित्र 1-21 क, चित्र 1-21 ख.
प्रकाश की स्थितियों के परिवर्तनों के कारण ऐसा लगता है कि चंद्रमा का रूप और आकार बदल रहा है।

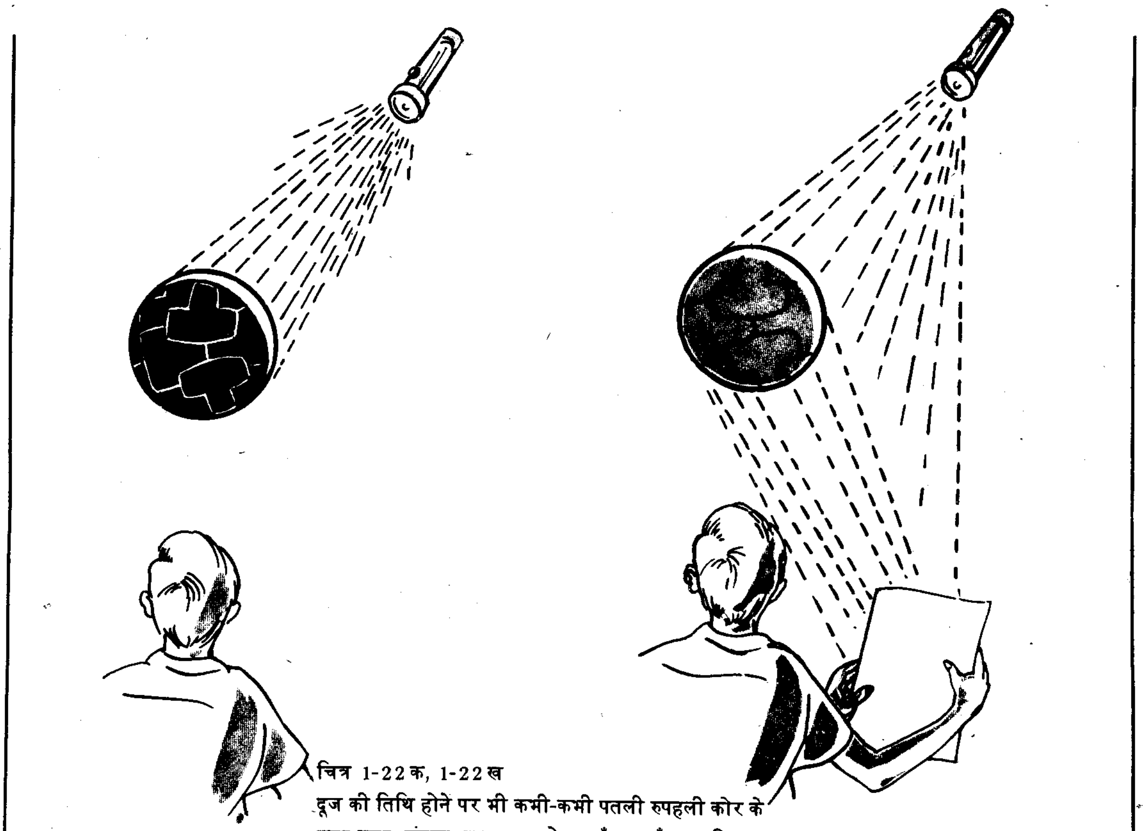
इसी तरह बच्चों के चेहरों पर भिन्न-भिन्न कोणों से रोशनी डालिए और उनकी बदलती आकृतियों पर ध्यान दिलाइए।

3 (ख). दूज के दिन चंद्रमा का अँधेरे वाला भाग हल्का सा दिखाई देता है

जब चंद्रमा लगभग सूर्य की ही दिशा में होता है, तो चंद्रमा एक पतले बालचंद्र के रूप में दिखाई देता है। ऐसे समय कई बार चंद्रमा के अँधेरे भाग को भी पृथ्वी से परावर्तित प्रकाश के कारण देखना संभव होता है। इस स्थिति में कहीं-कहीं लोग कहते हैं कि 'बूढ़ा चंदा बालक चंदा की गोद में बैठा है।' बच्चे इस मनोरंजक दृश्य को निम्नलिखित ढंग से समझ सकते हैं।

अन्वेषण	कभी-कभी दूज-तीज के चाँद के साथ धुंधला सा पूनम का चाँद क्यों दिखाई पड़ता है?	आवश्यक सामग्री

सफ़ेद गोले को टॉर्च से प्रकाशित कीजिए। बच्चे देखेंगे कि अँधेरे वाला भाग शायद ही दिखाई दे (चित्र 1–22क)। बहुत अँधेरी रात में तो यह बिल्कुल नहीं दिखाई देगा। अब सफ़ेद कपड़े या कागज पर टॉर्च का प्रकाश डालिए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। यह नोट कीजिए कि सफ़ेद सतह पर से परावर्तित रोशनी द्वारा किस तरह गोले का अँधेरे वाला भाग भी दिखाई देने लगता है। जैसा चित्र 1–22ख में है। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि बालक चंदा की गोद में बूढ़ा चंदा जब होता है तब ठीक ऐसी ही स्थिति होती है।



चित्र 1-22 क, 1-22 ख
दूज की तिथि होने पर भी कभी-कभी पतली रुपहली कोर के साथ-साथ चंद्रमा का पूरा गोला धुँधला-धुँधला दिखता रहता है। यह पृथ्वी द्वारा परावर्तित प्रकाश से संभव होता है।

किसी अँधेरे कमरे की सफ़ेद दीवार पर टॉर्च का प्रकाश डालिए। अब इस बात पर ध्यान दीजिए कि दीवार से परावर्तित प्रकाश से कमरे भर की कई चीज़ें थोड़ी-थोड़ी दिखाई पड़ने लगती हैं।

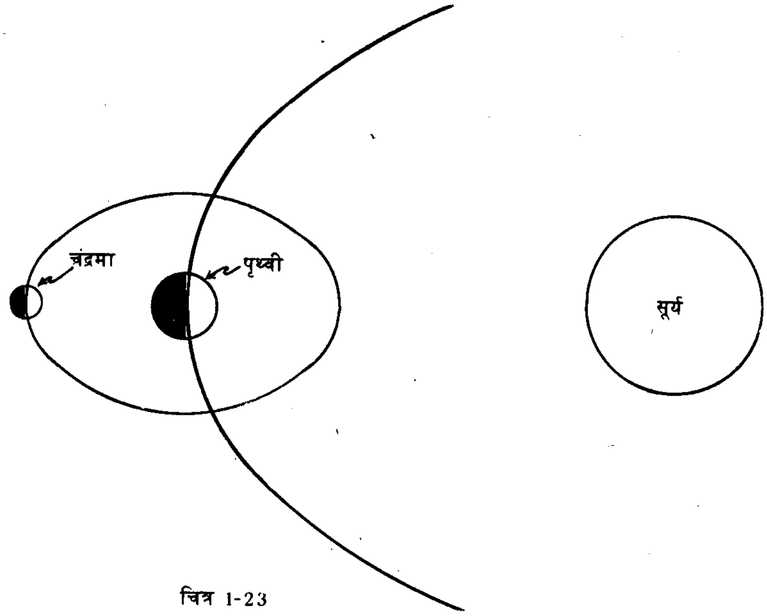
अच्छी तरह समझने के लिए

पतली कोर की अपेक्षा चंद्रमा का शेष बड़ा भाग मंद क्यों दिखाई देता है जबकि इस पर भी परावर्तित प्रकाश पड़ता है? चमकता हुआ पतले कोर वाला भाग सूर्य से प्राप्त प्रकाश को सीधा परावर्तित करता है। चंद्रमा के धुँधले वाले भाग पर वह प्रकाश पड़ता है, जो पृथ्वी पर से लौटकर उस पर पड़ता है। यह वह प्रकाश है, जो पहले सूर्य से पृथ्वी पर पड़ा और फिर पृथ्वी पर से परावर्तित होकर चंद्रमा पर पड़ा और इस कारण सूर्य के सीधे प्रकाश की अपेक्षा यह बहुत क्षीण हो जाता है। जब यह प्रकाश फिर चंद्रमा से परावर्तित होता है तब तो और भी क्षीण हो जाता है। इस प्रकार पृथ्वी पर से देखने वाले को "पूर्ण चंद्रमा" के भाग से एक अत्यंत क्षीण प्रकाश ही प्राप्त होता है और, इसीलिए यह धुँधला सा ही दिखाई पड़ता है।

3 (ग). पूर्णिमा को पृथ्वी सूर्य और चंद्रमा के बीच में होती है : दूज को चंद्रमा सूर्य और पृथ्वी के बीच करीब एक सीधी रेखा में स्थित होता है

बच्चे इन दोनों में से पहले वाले विचार को आसानी से और स्पष्ट रूप से ग्रहण कर सकते हैं। पूर्णिमा के दिन जैसे ही सूर्य पश्चिम में अस्त होता है कि पूर्व में क्षितिज पर चंद्रमा उगने लगता है। इस प्रकार पूर्णिमा के दिन पृथ्वी के एक ओर चंद्रमा होता है और दूसरी विपरीत दिशा की ओर सूर्य। दूसरे विचार को समझने के लिए अधिक सावधानीपूर्ण प्रेक्षण की आवश्यकता पड़ती है। इस तरह के प्रेक्षण चांद्र मास के शुरू की ही कुछ रातों में किए जा सकते हैं। पहली यानी प्रथमा की रात्रि को तो चंद्रमा दिखाई नहीं देता। दूज या तीज को चंद्रमा आकाश में पश्चिम की ओर सूर्यास्त के थोड़ी ही देर बाद दिखाई पड़ जाता है। इसका अर्थ यह हुआ कि उस समय चंद्रमा और सूर्य पृथ्वी की एक ही दिशा में होते हैं। ऐसे प्रेक्षण जो नीचे सुझाए गए हैं, बच्चे स्वयं कर सकते हैं और इस बात का पता स्वयं लगा सकते हैं।

बाहरी प्रेक्षण | **हम पूनम के चांद को कहां देखते हैं?**



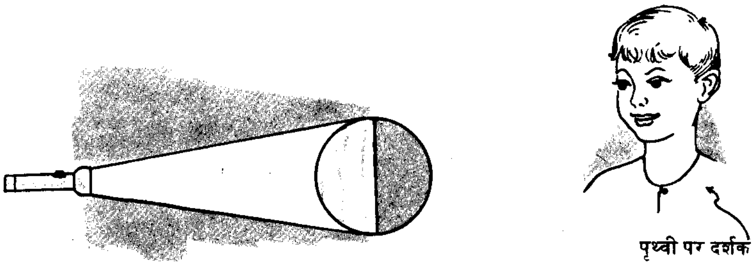
चित्र 1-23
जब पृथ्वी सूर्य और चंद्रमा के बीच में होती है तब पूरा चंद्रमा दिखाई देता है।

जब पूर्णिमा आए तो बच्चों को याद दिला दीजिए। उनसे कहिए कि शाम को चंद्रमा देखें और यह बताएँ कि आकाश में यह किस ओर दिखाई पड़ता है। अगले दिन कक्षा में आकर उन्हें अपने-अपने प्रेक्षणों के बारे में रिपोर्ट देने दीजिए। कुछ बच्चों को सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी की स्थिति का चित्र बनाने के लिए प्रोत्साहित करें। उन्हें यह स्पष्ट हो जाएगा (जैसा कि चित्र 1–23 में दिखाया गया है) कि पृथ्वी चंद्रमा और सूर्य के बीच में है। बच्चों से 2–3 दिन तक यह काम करते रहने के लिए कहिए, जब तक कि चाँद लगभग पूरा ही रहता है।

अन्वेषण

पतली कोर किधर दिखाई देती है ?

आवश्यक सामग्री
तीव्र प्रकाश-स्रोत तथा कोई गोल चीज़



चित्र 1-24
जब चंद्रमा दूज के चाँद-सा दिखाई देता है तब यह सूर्य और पृथ्वी के लगभग बीच में होता है।

बच्चों से कहिए कि चांद्र मास के पहले 2–3 दिनों तक चंद्रमा का निकलना ध्यान से देखें। उनसे कक्षा में पूछिए कि चंद्रमा किधर से निकला था। सभी के संयुक्त प्रेक्षणों से वे इस बात पर एकमत हो जाएँगे कि दूज का चाँद और सूर्य, पृथ्वी के एक ही ओर होते हैं।

बच्चों से कहिए कि वे एक बत्ती को सूरज और किसी गोल वस्तु को चंद्रमा के रूप में प्रयोग करें। अब आप 'बालचंद्र' का मॉडल बनाने में उनकी सहायता करें जैसा कि चित्र 1–24 में है। जब यह हो जाए तो इस ओर ध्यान दिलाएँ कि चंद्रमा पृथ्वी और सूर्य के बीच में है।

इकाई 1

हमारा विश्व

चौथी कक्षा

सामान्य दृष्टि

तीसरी कक्षा की शिक्षा-विधि में पहली-दूसरी कक्षाओं की शिक्षा-विधियों की अपेक्षा तीन महत्त्वपूर्ण विशेषताएँ थीं। ये हैं:

(1) कोरे प्रेक्षणों के साथ-साथ प्रयोगों का करना।

(2) घटनाओं के अध्ययन के साथ-साथ उनके कारणों का भी अध्ययन करना।

(3) परिवर्तन के बारे में सीखने के साथ-साथ उन प्रकारों (पैटर्न) के बारे में भी सीखना जिनमें परिवर्तन प्रायः हुआ करते हैं।

यही तरीका चौथी कक्षा में भी चलेगा। इस कक्षा में कुछ अधिक कठिन प्रकार के प्रयोगात्मक अन्वेषण करने होंगे। इसमें 'कारण और प्रभाव' का संबंध और भी अधिक रूप से सम्मिलित रहेगा तथा 'परिवर्तन के ढंग या प्रकार (पैटर्न)' भी कुछ और अप्रत्यक्ष तथा जटिल हो जाएँगे।

इस कक्षा में बच्चे पृथ्वी के गर्म आभ्यंतर के बारे में सीखते हैं। वे सूर्य की प्रकृति के बारे में भी सीखते हैं। इसमें ऊर्जा का कितना भंडार है और यह ऊर्जा पृथ्वी पर कैसे आती है इसके बारे में भी वे सीखते हैं। वे तारों की प्रकृति, आकार, दूरी और उनकी ऊर्जा के बारे में भी कुछ जानकारी प्राप्त करते हैं। वे तारों और सूर्य में कुछ सार्थक संबंध पहली बार जोड़ना आरंभ करते हैं। इस कक्षा से वे सूर्य को एक साधारण से तारे के रूप में देखना आरंभ करते हैं, जिसमें औरों से केवल इतनी ही विशिष्टता है कि उनकी अपेक्षा यह पृथ्वी के अधिक निकट है।

चौथी कक्षा में बच्चे पृथ्वी की स्थिति के बारे में यह ज्ञान प्राप्त करते हैं कि यह सूर्य के चारों ओर घूमनेवाले नौ ग्रहों में से एक है। इन सब के संचलन के फलस्वरूप आकाश में दीखनेवाले सूर्य, चंद्रमा आदि सभी की आभासी स्थिति में अनेक परिवर्तन होते हैं। यद्यपि ये परिवर्तन काफ़ी जटिल होते हैं पर उन्हें समझा जा सकता है और उनके बारे में भविष्यवाणी भी की जा सकती है।

यहाँ बच्चे अपने पहले के प्रेक्षणों और थोड़ा-बहुत वार्षिक ऋतु-चक्र के बारे में विचार करने लगते हैं। वे यह सीखते हैं कि ऋतु-परिवर्तन सूर्य और पृथ्वी की सापेक्ष स्थितियों तथा सूर्य के मुकाबले पृथ्वी के संचलनों के कारण होते हैं। वे यह भी समझने लगते हैं कि ऋतु-परिवर्तन से मनुष्य के जीवन तथा उनके कार्य-कलापों पर कितना गहरा प्रभाव पड़ता है।

1. पृथ्वी उन नौ ग्रहों में से एक है, जो सूर्य के चारों ओर घूमते रहते हैं।

चौथी कक्षा के विद्यार्थी पृथ्वी के बारे में बहुत कुछ जानकारी रखते हैं। वे जानते हैं कि यह एक बहुत बड़ा गोला है। वे यह भी जानते हैं कि यह अपनी धुरी पर घूमती है, जिससे दिन और रात होते हैं। उन्हें यह भी पता है कि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूमती है और इस घूमने से ऋतुएँ बदलती हैं। अब इस कक्षा में विद्यार्थी इस तथ्य से आगे बढ़ कर कि पृथ्वी बड़ा गोला है और इस पर मनुष्य रहते हैं—इस बात पर अधिक ध्यान देंगे कि पृथ्वी उन नौ ग्रहों में से एक है, जो सूर्य के चारों

ओर चक्कर लगाते हैं।

1 (क). ग्रह वह पिण्ड है जो सूर्य के चारों ओर घूमता है

सूर्य एक वृहद् प्रणाली का केन्द्रीय पिण्ड है। इस प्रणाली में सूर्य और नौ ग्रह तथा अन्य पिण्ड भी शामिल हैं। पृथ्वी उन ग्रहों में से एक है। जब हम रात में आकाश को देखते हैं तो वहाँ हमें हज़ारों ज्योतियाँ दिखाई देती हैं। प्रायः ये सभी सितारे या तारे कहलाते हैं। वास्तव में उनमें से अधिकांश तो तारे ही हैं पर कुछ नहीं भी हैं। ये वे चमकते हुए पिण्ड हैं जो धीरे-धीरे आकाश में अन्य पिण्डों के सापेक्ष घूमा करते हैं। घूमनेवाले ये पिण्ड ग्रह कहलाते हैं। क्योंकि वे सूर्य के चारों ओर घूमते हैं अतः ऐसा लगता है कि तारे तो स्थिर हैं और ये आकाश में अपना स्थान बदलते रहते हैं।

पृथ्वी सूर्य से संबंधित नौ ग्रहों में से एक है। सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाने के कारण पृथ्वी पर ऋतु-चक्र का सृजन होता है। ग्रहों की गति के बारे में नीचे दिए हुए कुछ कामों से बच्चों को इस बारे में समझने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण

सूर्य और किसी ग्रह का आपस में क्या संबंध है?

किसी ऐसे बड़े कमरे में जिसमें प्रयोग के लिए काफ़ी स्थान हो या बाहर खुले में एक बच्चे को निश्चल खड़े रहने को कहिए। उसे सूरज समझ लीजिए। अब एक और बच्चे को कहिए कि वह बीच में खड़े बच्चे के चारों ओर एक वृत्त में चले जैसा कि चित्र 1–25 में दिखाया गया है। चलने वाला बच्चा ग्रह की तरह है। चलने वाले बच्चे से ऐसी दिशा में चलने को कहिए जो वास्तविक ग्रह-गति से मेल खाता हो। बच्चे की गति की यह दिशा घड़ी की सुई की विपरीत दिशा में होती है जैसा कि चित्र में दर्शित है।

चित्र 1-25
सूर्य की परिक्रमा करता हुआ एक ग्रह।

अन्वेषण

ग्रह की गति की दिशा क्या होती है?

आवश्यक सामग्री
डोरी, लकड़ी का टुकड़ा या मुलायम रबड़ की गेंद

करीब एक मीटर लंबी डोरी के एक सिरे में लकड़ी का टुकड़ा या रबड़ की गेंद बाँध लीजिए। एक बच्चे से इस डोरी का सिरा पकड़ कर गेंद को अपने सिर के चारों ओर घुमाने को कहिए जैसा कि चित्र 1–26 में दिखाया गया है। अब बच्चा सूर्य की भाँति है और जिस गेंद को वह घुमा रहा है वह ग्रह के समान है। इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि गेंद उसी दिशा में घुमाई जाए जिस दिशा में ग्रह वास्तव में घूमता है। यह दिशा घड़ी की सुई की विपरीत दिशा में है जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।

चित्र 1-26
किसी ग्रह की कक्षा लगभग वृत्ताकार होती है, जिसका केन्द्र सूर्य होता है।

अब बच्चों से पूछिए कि साइकिल के पहिए का कौन सा भाग सूरज के समान है और कौन सा ग्रह के समान। (टायर का कोई भी स्थल ग्रह हो सकता है और पहिए की हब या धुरी सूर्य मानी जाएगी।)

अच्छी तरह समझने के लिए

इन कार्यकलापों में ग्रहों की कक्षाओं को वृत्त मान लिया गया है। पर वास्तव में वे दीर्घवृत्ताकार हैं अर्थात् कुछ चिपटे वृत्त जैसी हैं। पर अधिकांश ग्रहों की कक्षाएँ, जिसमें पृथ्वी भी शामिल है, करीब-करीब वृत्त की शक्ल की ही हैं। बच्चों को बताया जा सकता है कि ग्रहों की कक्षाएँ लगभग वृत्ताकार ही हैं।

1 (ख). प्रत्येक ग्रह अपनी कक्षा में ही घूमता है

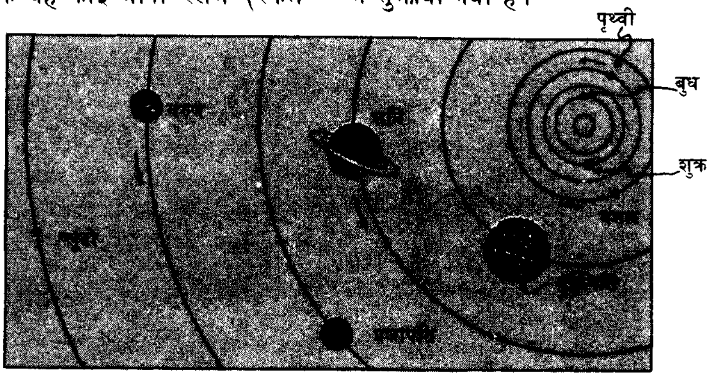
प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों ओर अपनी निश्चित कक्षा में ही घूमता है। इसकी यह कक्षा प्रायः वृत्ताकार और वास्तव में दीर्घवृत्ताकार है। ये दीर्घवृत्ताकार कक्षाएँ केवल अंत के दो ग्रहों को छोड़कर कहीं भी एक दूसरे को नहीं काटतीं। हर

ग्रह अपनी कक्षा में ही रहता है। नौ ग्रहों की कक्षाएँ लगभग एक ही तल में रहती हैं। यहाँ कुछ ऐसे काम सुझाए जा सकते हैं, जिनसे बच्चों को ग्रहों की कक्षाओं के बारे में समझने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण

ग्रह की कक्षा कैसी होती है?

चित्र 1–27 में जैसा दिखाया गया है, वैसा सौर परिवार के नौ ग्रहों का आरेख बनाइए। प्रत्येक ग्रह की कक्षा पर ग्रह के नाम की पर्ची लगा दीजिए। जैसा कि तीरों द्वारा चित्र में दिखाया गया है, ग्रहों की कक्षा में ग्रहों के संचलन की दिशा दिखाइए। यह भी बता दीजिए कि यह कोई मापी रेखण (स्केल ड्राइंग) नहीं है। मापी रेखण (स्केल ड्राइंग) इस पुस्तिका के पन्ने पर बन ही नहीं सकती। यह भी बताइए कि यद्यपि पाठ्यपुस्तकों में ग्रहों की कक्षाएँ प्रायः चपटे वृत्तों की तरह दिखाई जाती हैं पर अधिकांश कक्षाएँ लगभग वृत्त ही होती हैं जैसा कि इस रेखाचित्र में सुझाया गया है।



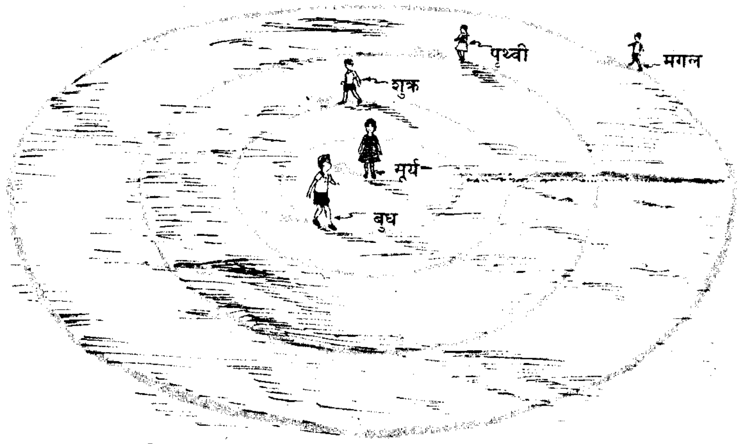
चित्र 1-27
यहाँ दिए गए ग्रहों का आकार और सूर्य से उनकी दूरी किसी पैमाने में नहीं है।

अन्वेषण

चार भीतरी ग्रहों की कक्षाएँ किसके समान होती हैं?

खेल के मैदान में जहाँ स्थान की कोई कमी नहीं होती, थोड़ा सा कोई क्षेत्र चुन लीजिए। एक विद्यार्थी को बीच में खड़ा करके सूर्य बना दीजिए। अब चार बच्चों को चार भीतरी ग्रहों की तरह उनकी अलग-अलग चार कक्षाओं में खड़ा कीजिए, जैसा कि चित्र 1–28 में दिखाया गया है।

अब जैसा कि ऊपर दिखाया गया है उनसे घड़ी की सुई की विपरीत दिशाओं में चलने को कहिए। सबसे भीतर का जो ग्रह बुध है उस वाले लड़के को अपनी छोटी कक्षा में सूर्य के चारों ओर अन्य ग्रहों की अपेक्षा तेज़ी से चक्कर लगाने को कहिए। शुक्र धीरे घूमने वाला ग्रह है। पृथ्वी और भी धीरे घूमती है। भीतर के चार ग्रहों में मंगल सबसे धीरे घूमता है।



चित्र 1-28
भीतर के चारों ग्रहों की कक्षाएँ लगभग बराबर दूरी पर होती हैं।

इन ग्रहों के नाम अपनी स्थानीय भाषा में भी पता लगाइए। ग्रहों का चार्ट बनाने में बच्चों की मदद कीजिए। ग्रहों के नाम क्षेत्रीय भाषा में और हिन्दी तथा अंग्रेजी में हों।

1 (ग). ग्रह नौ होते हैं

सौर परिवार में पृथ्वी समेत नौ ज्ञात ग्रह हैं। संभव है कि अभी और भी ग्रह हों, जिनका हमें पता न हो। खगोलशास्त्री बराबर नए-नए ग्रहों की खोज करते रहते हैं। (चित्र 1-27 में सूर्य से आरंभ होकर बाहर की ओर के क्रम से ग्रहों के नाम दिए गए हैं।) सब ग्रह अलग-अलग आकार के हैं। सबसे छोटा बुध है। इसका व्यास पृथ्वी के व्यास का लगभग $\frac{2}{5}$ है। सबसे बड़ा ग्रह गुरु या बृहस्पति है। इसका व्यास पृथ्वी के व्यास से ग्यारह गुना है।

सब ग्रहों के नाम बच्चों को याद कराने का शिक्षा की दृष्टि से कोई उपयोग नहीं है, फिर भी उन्हें यह जान लेना अच्छा लगेगा कि सबसे भीतर का ग्रह बुध है और सबसे बाहर का यम या प्लूटो है। इस बात को जानने में भी वे शायद दिलचस्पी लेंगे कि सबसे बड़ा ग्रह गुरु या बृहस्पति है और सबसे छोटा बुध है। यह ज्ञान प्राप्त कर लेना भी उनके लिए महत्त्वपूर्ण रहेगा कि पृथ्वी एक मध्यम आकार का ग्रह है और सूर्य से बाहर की ओर को यह तीसरे स्थान पर है। सूर्य से इसकी दूरी लगभग 15 करोड़ किलोमीटर है, यह जानना महत्त्वपूर्ण है। विद्यार्थियों को नीचे दिए हुए प्रयोगों की सहायता से सूर्य के नौ ग्रहों की सामान्य स्थिति से और अधिक परिचित कराया जा सकता है।

कक्षा प्रायोजना

नौ ग्रहों के मॉडल हम कैसे बना सकते हैं?

आवश्यक सामग्री

भिन्न-भिन्न आकार की गेदें, गोल गुब्बारे, पलास्टिक मिट्टी

बच्चों को सब ग्रहों के सन्निकट माप के स्केल मॉडल बनाने में जुटाइए। पृथ्वी की तुलना में इन ग्रहों के व्यास का अनुपात नीचे की सूची में दिया जा रहा है:

बुध (मरकरी)	2/5
शुक्र (वीनस)	19/20
पृथ्वी (अर्थ)	1
मंगल (मार्स)	1/2
वृहस्पति (जुपीटर)	11
शनि (सैटर्न)	9
प्रजापति (यूरेनस)	3-3/4
वरुण (नेपच्यून)	3-1/2
यम या रुद्र (प्लूटो)	1/2

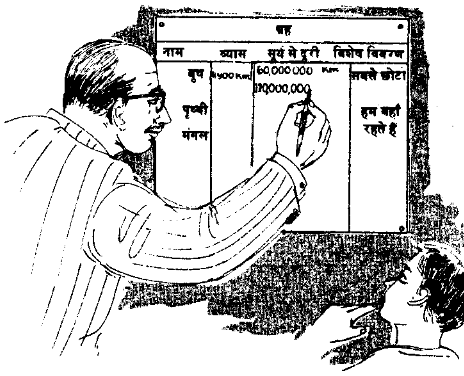
यद्यपि ये आकार सन्निकट ही हैं पर इस कक्षा के विद्यार्थियों के लिए ये पूर्ण तथा पर्याप्त होंगे।

चर्चा

ग्रह सूर्य से कितनी दूरी पर हैं?

जैसा कि चित्र 1–29 में दिखाया गया है, सौर परिवार के सभी ग्रहों का चार्ट बनाइए। प्रत्येक ग्रह का नाम, स्थान, उसका व्यास, सूर्य से उसका अंतर और विशेष विवरण लिखने के लिए पर्याप्त स्थान रहना चाहिए। सूर्य से प्रत्येक ग्रह की सन्निकट औसत दूरी नीचे की तालिका में दी गई है:

बुध	6 करोड़ किलोमीटर
शुक्र	11 करोड़ किलोमीटर
पृथ्वी	15 करोड़ किलोमीटर
मंगल	23 करोड़ किलोमीटर
बृहस्पति	78 करोड़ किलोमीटर
शनि	1 अरब 40 करोड़ किलोमीटर
प्रजापति	2 अरब 90 करोड़ किलोमीटर
वरुण	4 अरब 50 करोड़ किलोमीटर
यम या रुद्र (प्लूटो)	5 अरब 90 करोड़ किलोमीटर



चित्र 1-29
हम सौर मंडल के बारे में जो जानते हैं उसका चार्ट बनाना एक रोचक कार्य है।

बच्चों से कहिए कि वे आमतौर से दिखाई देनेवाले ग्रहों को आकाश में ढूंढ़ें। वे इस काम में अपने माता-पिता या समाचार-पत्रों की सहायता ले सकते हैं। हमारे बहुत से समाचार-पत्र इस प्रकार के लेख प्रकाशित करते हैं कि मास के प्रथम दिन या दूसरे दिन रात्रि का आकाश कैसा दिखाई देता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

जब मनुष्य ने पहली बार आकाश की ओर दृष्टि डाली होगी शायद तभी से वह ग्रहों के बारे में जानने लगा होगा। किन्तु वह उन सभी ग्रहों के बारे में नहीं जानता रहा होगा जिनके बारे में आज के वैज्ञानिक जानते हैं। वह अपनी आँख से जिन ग्रहों को देख सकता था वे थे मंगल, बुध, बृहस्पति, शुक्र और शनि। प्रजापति बस इतना चमकता है कि बहुत ही साफ़ रात्रि में बहुत तेज दृष्टि वाला ही उसे देख सकता है। दूरदर्शक यंत्र (टेलिस्कोप) के बनने के पहले कभी किसी ने इसे देखा हो इस बात का पता नहीं लगता।

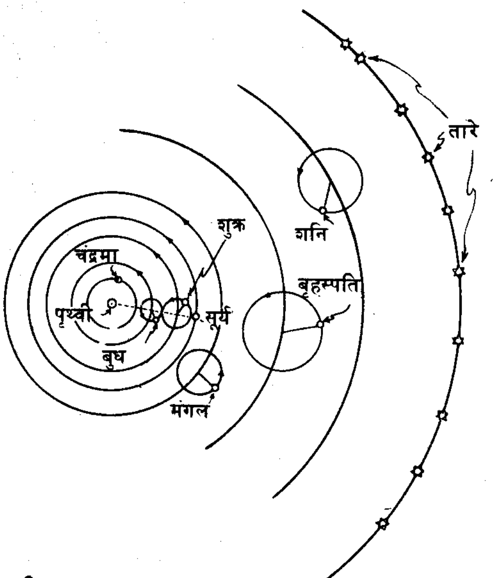
प्राचीन प्रेक्षक पृथ्वी को ग्रहों में नहीं शामिल करते थे। अन्य पाँच को वे 'घुमक्कड़' मानते थे जिसके आधार पर इनका "प्लैनेट" नाम पड़ा। इस पुस्तिका में ग्रहों के जो नाम दिए गए हैं वे प्राचीन भारतीय ज्योतिष शास्त्र और यूनानी ज्योतिष शास्त्र से लिए गए हैं। यूनान (ग्रीस) और अन्य देशों में इनके अपने-अपने नाम थे। अंग्रेज़ी के नाम भी यूनानी (ग्रीस) पुराणों से विकसित हुए हैं। यह निश्चित है कि कुछ हज़ार वर्ष पुरानी सभी सभ्यताएँ पृथ्वी के अलावा पाँच ग्रहों से अवश्य परिचित थीं। यदि ग्रहों के सापेक्ष आकार की ओर ध्यान दिया जाए तो ग्रहों के मापी मॉडल बनाना संभव है। इसी प्रकार सूर्य से ग्रहों की दूरियों का भी मापी रेखण (स्केल ड्राइंग) बनाया जा सकता है। परंतु इन दोनों पैमानों (स्केलों) को इकट्ठा बनाने के लिए बहुत अधिक स्थान चाहिए। यह बाहर ही हो सकता है जो बहुत कठिन कार्य है और चौथी कक्षा के बच्चों की समझ के बाहर होगा। फिर भी विद्यार्थियों को यह बार-बार समझ लेना चाहिए कि अध्यापकों की इस पुस्तिका में या दूसरी पाठ्यपुस्तकों में जो भी रेखण दिए गए हैं या दिए जाते हैं वे सही मापी और रेखण नहीं होते।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

प्राचीन विद्वानों ने पृथ्वी के घूमने की धारणा बनाई।

जो भी वस्तुएँ आप जानते हैं उनमें से कौन सी ऐसी है जिसके अपने स्थान से हटने की कोई भी संभावना नहीं होती? क्या यह आपके स्कूल के पास का कोई बड़ा-सा वृक्ष है? या गाँव का सबसे पुराना मकान? शायद आप सोचें कि गाँव के पास की झील नहीं हट सकती। या देश की स्थिरता की ओर आपका ध्यान जा सकता है। निश्चित ही आप यह मानेंगे कि जिस पृथ्वी पर हम रहते हैं उस से अधिक अचल या स्थिर और कोई चीज नहीं हो सकती है। हज़ारों वर्षों तक सब देशों के लोग पृथ्वी को स्थिर ही समझते रहे, और इसमें उनका दोष भी क्या था!

कई प्राचीन सभ्यताओं में पृथ्वी और आकाश में दीखनेवाली चीजों के बारे में भिन्न-भिन्न प्रकार के मनोरंजक विचार पाए जाते थे। इसी तरह के एक विचार का चित्रण चित्र संख्या 1–30 में किया गया है। पृथ्वी का गोला समस्त ब्रह्मांड के बीच में स्थित दिखाया गया है। पृथ्वी के चारों ओर चंद्रमा प्रायः वृत्ताकार मार्ग पर परिक्रमा करता है। इसके बाद सूर्य



चित्र 1-30
प्राचीन युग के अधिकांश व्यक्तियों का विश्वास था कि पृथ्वी ब्रह्मांड के केन्द्र में स्थित है जैसा कि ऊपर के चित्र में दिखाया गया है। इस विचारधारा का प्राधान्य आज से लगभग 2500 वर्ष पूर्व से लगाकर 500 वर्ष पूर्व तक रहा है।

है जो अपने पथ पर प्रतिदिन एक बार घूम जाता है। इसके बाद बुध और शुक्र हैं, जो इस तरह स्थित हैं कि वे सूर्य से कभी अधिक दूर नहीं हो पाते। इसके बाद तीन और ग्रह हैं––मंगल, बृहस्पति और शनि। इसके अलावा अन्य किसी ग्रह का कुछ सदियों पहले तक पता नहीं लगा था। अंत में इन सब खगोलीय पिण्डों को एक वृहत गोले ने घेर रखा है जिस पर तारे स्थित हैं। तारों वाला यह गोला पृथ्वी के चारों ओर घूमता है, जिसके घूमने की गति सूर्य से कुछ तेज़ है। प्राचीन लोगों ने यह नहीं सोचा कि इन आकाशीय पिण्डों के घूमने का कारण क्या है और वे अपने मार्ग पर ही क्यों बने रहते हैं। वे सोचते थे कि विश्व बना ही ऐसा है क्योंकि इसे रचा ही ऐसा गया है। वे समझते थे कि इन सबके बीच में पृथ्वी है और यह गतिहीन है। यह ठीक ही है कि बीच में होने के कारण पृथ्वी ब्रह्मांड की सबसे महत्त्वपूर्ण अंग थी।

जैसे-जैसे आकाशीय पिण्डों की गति के बारे में मनुष्य का ज्ञान बढ़ता गया वैसे-वैसे उसने समझा कि इनके घूमने का मार्ग सरल वृत्त ही नहीं है। और फिर जैसे-जैसे समय बीतता गया वैसे-वैसे चित्र 1–30 में दिखाए गए इनके मॉडल भी जटिल होते गए। 16वीं शताब्दी तक वैज्ञानिकों की धारणाएँ इतनी उलझी हुई सी थीं कि संसार के बहुत कम लोग उनकी बातों को समझ सकते थे। वे इतनी जटिल और अस्पष्ट थीं कि उनका किसी बड़े स्केच पर भी रेखाचित्र बनाना असंभव सा था।

16 वीं शताब्दी के आरंभ में पोलैण्ड के कार्पनिकस नामक एक अत्यंत मेधावी ज्योतिषी ने इस बात की ओर गंभीरता से विचार करना शुरू किया। कार्पनिकस एक ईसाई पादरी था। धार्मिक व्यक्ति होने के कारण उसका विश्वास था कि विश्व का सर्जनहार सर्व-शक्तिमान है। वह यह नहीं समझ सका कि सर्व-शक्तिमान परमात्मा ने विश्व को इतना जटिल तंत्र क्यों बनाया। इस तरह उसने एक भिन्न प्रकार के ब्रह्मांड की रचना की कल्पना करनी आरंभ कर दी। इस प्रकार की रचना के बारे में ग्रीक दार्शनिक दो हज़ार वर्ष पहले ही अपने विचार प्रकट कर चुके थे, पर उन्होंने इसे पूरी तरह स्वीकार नहीं किया था। इस प्रणाली में सूर्य को प्रणाली का केन्द्र माना गया है। इसके चारों ओर बुध और शुक्र घूमते हैं और उसके बाद पृथ्वी भी। चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर घूमता है। पृथ्वी के बाद मंगल, बृहस्पति और शनि तथा सबसे बाद में तारे माने गए थे। पर इस प्रणाली में यह नहीं माना गया था कि तारे भी घूमते हैं। इसके बदले उन्होंने यह माना कि उनकी आभासी गति पृथ्वी के घूमने के कारण दिखाई देती है जो कि अपनी धुरी पर प्रति दिन 24 घंटे में एक चक्कर पूरा कर लेती है। पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने के कारण ही सूर्य भी पृथ्वी के चारों ओर चलता हुआ दिखाई देता है।

मूलतः यह वही प्रणाली है, जिस पर आधुनिक लोग विश्वास करते हैं। पर जब कार्पनिकस ने आज से चार सौ वर्ष पहले इस प्रणाली का प्रतिपादन किया तो चारों ओर तहलका मच गया। लोग यह मानने को

कदापि तैयार नहीं थे कि पृथ्वी भी घूमती है। वे इस विचार से बिल्कुल असंतुष्ट थे कि इतनी महान पृथ्वी, जिस पर हम रहते हैं ब्रह्मांड का केन्द्र नहीं है।

कार्पनिकस की मृत्यु के लगभग 100 वर्ष बाद ही संसार के विचारशील लोग ब्रह्मांड के बारे में इस आधुनिक सिद्धांत को स्वीकार करने को तैयार हुए। किसी भी नए विचार को बढ़ने या फैलने में बड़ा समय लगता है। हम पौधों और पशु-पक्षियों को बढ़ते हुए देखने के अभ्यस्त हो गए हैं। हम जानते हैं कि हम स्वयं वर्षों तक बढ़ते रहते हैं। इसी तरह हम देख सकते हैं कि विचार और धारणाएँ भी बढ़ती और बदलती रहती हैं। कुछ विचार तो वास्तव में बहुत ही धीरे-धीरे बदलते हैं।

हाँ, आपके अपने मस्तिष्क के विचार कैसे हैं? क्या आप पुराने विचारों और रिवाजों से चिपके रहते हैं और नए विचारों या नए ढंग के विचारों को अपने मस्तिष्क में नहीं आने देते? या कि आप आधुनिक वैज्ञानिकों की तरह नए विचारों के लिए अपना मस्तिष्क खुला रखते हैं, यदि इसके समर्थन में उचित प्रमाण मौजूद हों?

2. पृथ्वी भीतर से बहुत गर्म है

दिन के अधिकांश समय पृथ्वी के थोड़ा भीतर कुछ ठंडक और गीलापन रहता है। किन्तु पृथ्वी के जितना ही और अंदर जाया जाए तो यह अधिकाधिक गर्म मालूम होती है। संसार भर के सभी भागों में ऐसा ही होता है। अन्य प्रमाणों के साथ-साथ यह बातें भी वैज्ञानिकों को इस निष्कर्ष पर पहुँचाती हैं कि पृथ्वी का अंतस्तल निस्संदेह बेहद गर्म होना चाहिए। इससे जो दो उपसंकल्पनाएँ निकलती हैं, उनसे विद्यार्थियों को पृथ्वी के भीतर की स्थितियों को समझने में मदद मिलेगी।

2 (क). पृथ्वी के भीतर अत्यधिक दाब है

बच्चे यह समझते ही हैं कि तरल पदार्थों के नीचे दबाव होता है। वे यह जानते हैं कि पानी के नीचे का दबाव ऊपर के पानी के बोझ के कारण होता है। उन्हें इसकी भी समझ है कि वायुमंडलीय दबाव वायुमंडल के भार के कारण होता है।

इसी तर्क के आधार पर पृथ्वी की सतह के नीचे भी दबाव होना चाहिए। क्योंकि यह दबाव ऊपर की चीज़ के भार पर आधारित होता है अतः भूगर्भ में दबाव तो वास्तव में बहुत ही अधिक होना चाहिए। गुफ़ाओं को छोड़कर जो कि धरातल के निकट ही होती हैं, पृथ्वी के गर्भ में कहीं भी रिक्त स्थान नहीं है। दबाव इतना अधिक रहता है कि कोई छिद्र रह ही नहीं सकता। नीचे लिखे प्रयोगों से विद्यार्थियों को पृथ्वी के भीतर बहुत अधिक दबाव होने का विचार समझने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण | **पृथ्वी की सतह के नीचे दबाव किस कारण से उत्पन्न होता है?**

एक बच्चे को जमीन पर लिटा दीजिए और दूसरे बच्चे को उसके हाथों और पैरों पर रेत जमा करने को कहिए। लेटे हुए बच्चे से कहिए कि जब उसे बोझ अनुभव होने लगे तो दूसरे बच्चों को बताए। जब 30–40 सेंटीमीटर मोटी रेत की तह जम जाए तो एक बच्चे को इस पर बैठा दीजिए। अब नीचे लेटा हुआ बच्चा बोझ से और अधिक दबने लगेगा। ऐसा क्यों? इसका कारण यह है कि उसके ऊपर भार और बढ़ गया। बच्चों को यह समझने में सहायता कीजिए कि जैसे-जैसे आप पृथ्वी के भीतर गहरे उतरते जाएँगे वैसे-वैसे दबाव बढ़ता जाएगा।

चित्र 1-31
धरातल के नीचे का दबाव ऊपर की चट्टान और मिट्टी की परतों से ही उत्पन्न होता है।

तेल के ऐसे कुएँ का चित्र बच्चों को दिखाइए, जिसमें से तेल फुहारों की तरह फूटकर निकलता हो। बच्चों को याद दिलाइए कि तरल पैट्रोल इस कारण बाहर निकल रहा है कि पृथ्वी के भीतर जहाँ तेल भरा है वहाँ बेहद अधिक दबाव पड़ रहा है।

अच्छी तरह समझने के लिए

पृथ्वी की सतह के नीचे गहराई के साथ-साथ दबाव भी बढ़ता चला जाता है। कुछ सौ मीटर नीचे ही कोयला, नमक या दूसरे खनिजों की खानों में काम करनेवाले खनिकों को बहुत सशक्त लानछड़ों का प्रबंध करना पड़ता है। खनिकों को जमीन के भीतर तापमान भी बहुत अधिक मालूम होता है। सौ मीटर से अधिक गहरी खानों में यह एक सामान्य बात है कि ऊपर छेदों में से खान के भीतर ठंडी और ताज़ी हवा पहुँचानी पड़ती है, ताकि खनिक नीचे की गर्मी को सहन कर सकें।

पृथ्वी के भीतर दबाव और गर्मी दोनों के मिलने से असाधारण प्रभाव होता है। पृथ्वी में कई हज़ार मीटर नीचे इतना अधिक तापमान हो सकता है कि शैलों का कुछ भाग पिघल भी सकता है जिससे कि पृथ्वी बनी होती है, किन्तु अत्यधिक दबाव के कारण शैल द्रव नहीं बन पाता। इसका परिणाम यह होता है कि ऐसी विलक्षण स्थिति में शैल तो इतना गरम होता है कि वह द्रव हो जाए पर अत्यधिक दबाव के कारण ऐसा हो नहीं पाता।

2 (ख). भूपट्टी के दुर्बल भाग से ज्वालामुखी का उद्गार होता है।

अधिकांश बच्चों ने किसी सक्रिय ज्वालामुखी को कभी नहीं देखा होगा। फिर भी उन्होंने उनके चित्र देख रखे होंगे और पुस्तकों में उनके बारे में पढ़ रखा होगा। उन्हें अक्सर इतना पता होता है कि किसी रहस्यमय रीति से कहीं से पृथ्वी फट जाती है और वहाँ से पिघली हुई लाल-लाल गरम चट्टानें अर्थात् लावा निकलने लगता है। चूँकि अधिकतर ज्वालामुखी पहाड़ी क्षेत्रों में होते हैं इस कारण बच्चे सोचते हैं कि पर्वतों के भीतर तरल चट्टानें होती होंगी जिनपर भारी दबाव रहता होगा। बच्चे कई बार कहते हैं कि जब कहीं दरार होती है, तो पृथ्वी के गर्भ से लावा वैसे ही निकलता है जैसे दबाने पर ट्यूब में से टूथपेस्ट निकलता है। ज्वालामुखियों के बारे में बच्चों के मन में बैठी ये धारणाएँ गलत हैं।

जैसा कि ऊपर 'अच्छी तरह समझने के लिए' शीर्षक के अंतर्गत बताया गया है, पृथ्वी के भीतर का भाग बहुत गर्म है फिर भी वहाँ का दाब इतना अधिक होता है कि वह चट्टानों को पिघलने नहीं देता। किन्तु यदि पृथ्वी की सतह कहीं कमज़ोर हो या फिर इस गर्म लावा के पास किसी भूकंप से कहीं दरार

पड़ गई हो तो वहाँ पर दबाव कम हो जाता है और पिघला हुआ शैल बाहर फूट निकलता है। ऐसा अक्सर पहाड़ी क्षेत्रों में होता है परंतु यह मैदानों या समुद्र की तली में भी हो सकता है। क्योंकि पृथ्वी के भीतर से पिघली हुई मिट्टी, पत्थर बराबर निकलते रहते हैं। इससे इनका पहाड़ बन जाता है। नीचे दिए जा रहे प्रयोगों से ज्वालामुखियों के बारे में बच्चों को और अच्छी तरह समझाया जा सकता है।

अन्वेषण

ज्वालामुखी का उद्गार किस कारण से होता है?

आवश्यक सामग्री
प्लास्टिक का थैला, गीली मिट्टी

प्लास्टिक के एक थैले में मिट्टी और पानी भर कर मिला दीजिए ताकि कीचड़ बन जाए। थैले का मुँह अच्छी तरह से बंद कर दीजिए। अब थैले पर हाथ से कुछ दबाव डालिए। यद्यपि थैले के भीतर कीचड़ पर दबाव पड़ रहा है पर प्लास्टिक-आवरण के सामर्थ्य के कारण वह बाहर नहीं आ सकता, जैसा कि चित्र 1-32 क में दिखाया गया है। अब अगर थैले के मुँह को कुछ ढीला कर दिया जाए तो कीचड़ बाहर निकल आएगा या यदि चाकू से प्लास्टिक में कहीं छेद कर दिया जाए तो भी वह बाहर निकल आएगा, जैसा कि चित्र 1-32 ख में दिखाया गया है। कुछ-कुछ ऐसा ही ज्वालामुखी के भीतर भी होता है।

चित्र 1-32 क, 1-32 ख
जब पृथ्वी की सतह का कोई भाग इतना कमज़ोर हो जाता है कि उसे भेद कर भीतर की पिघली चट्टान बाहर निकल सके तब ज्वालामुखी से गर्म लावा निकलने लगता है।

बच्चों से पूछिए कि क्या वे या उनके माता-पिता आसपास के किसी ऐसे स्थान को जानते हैं जहाँ गर्म पानी के सोते हों। उन्हें बताइए कि ऐसे सोतों का पानी पृथ्वी के गर्भ की भीषण गर्मी के ही कारण गर्म हो जाता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर प्लास्टिक के थैले में कीचड़ भरने का जो उदाहरण बताया गया है, वह सीमित ही है अर्थात् ज्वालामुखी से पूरी तरह नहीं मिलता। ज्वालामुखी के भीतर लावा बहुत ही अधिक गर्म होता है पर थैले के भीतर का कीचड़ गर्म नहीं था।

पृथ्वी के भीतर गर्म चट्टानें ठोस ही रहती हैं, क्योंकि वहाँ अत्यधिक दाब रहता है। प्लास्टिक के थैले में ऐसी कोई स्थिति नहीं होती।

3. सूर्य एक विशाल गर्म गोला है

पिछली कक्षाओं में बच्चे यह सीख चुके हैं कि पृथ्वी को प्रकाश और ऊर्जा सूर्य से मिलती है। वे यह भी जानते हैं कि सूर्य, गोल और बहुत बड़ा है। वे प्रायः इसे "आग का बहुत बड़ा गोला" समझते हैं। इस कक्षा में बच्चों को अपने पहले के ज्ञान की समीक्षा करने और उसमें कुछ नया ज्ञान और जोड़ने का अवसर मिलेगा।

3 (क). सूर्य की सतह अत्यधिक गर्म है

सूर्य का तापमान कितना है इसकी कल्पना करना भी कठिन है। सतह पर तो यह सबसे कम गर्म होता है पर वहाँ पर भी इसका तापमान 6000° सेण्टीग्रेड है। भीतर तो तापमान और अधिक होता चला जाता है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि सूर्य के भीतर तापमान करोड़ों डिग्री सेण्टीग्रेड है।

यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनके करने से बच्चों को सूर्य के भीषण तापमान का कुछ अंदाज़ हो सकता है।

बाहरी प्रेक्षण

कार्बन आर्क क्या होता है ?

बच्चों को किसी सिनेमा घर में ले जाइए। सिनेमा के प्रबंधक से आज्ञा लेकर बच्चों को सिनेमा प्रोजेक्टर का कोई आर्क लैम्प दिखाइए। बच्चों को यह दिखाइए कि दोनों ओर कार्बन की छड़ें (कार्बन रॉड) एक दूसरे को छू रही हैं। जब उनमें विद्युत् धारा छोड़ी जाती है तो इनकी नोकें गर्म हो जाती हैं। फिर कार्बन छड़ों को थोड़ा-सा अलग कर दिया जाता है, और दोनों के बीच भारी करेंट पास होती है। दोनों आर्कों के बीच में जो तापमान होता है, उतना पृथ्वी पर अभी तक और कहीं नहीं हो पाया है। पर यह तापमान भी सूर्य की सतह के तापमान से कहीं कम होता है।

बच्चों को किसी झलाई (वैल्डिंग) की दूकान पर जाकर झलाई का काम देखने को कहिए। बच्चों की आँखों को झलाई में से निकलने वाली तेज़ चमक से बचाने की सावधानी अवश्य बरतिए। झलाई में निकलने वाली चिनगारियाँ इतनी गर्म होती हैं कि वे इस्पात तक को पिघला देती हैं। फिर भी यह तापमान सूर्य के तापमान से कहीं नीचा होता है।

झलाई की दूकान पर बच्चों को लोहे की बहुत गर्म छड़ को देखने को कहिए। उनसे इसके रंग की ओर ध्यान देने को कहिए। लाल होते हुए भी यह अभी पिघली नहीं होती। फिर भी पृथ्वी पर की गर्म वस्तुओं में यह भी बहुत ही गर्म कही जाती है। सूर्य की सतह का तापमान तो इससे हज़ारों गुना अधिक होता है।

3 (ख). सूर्य की ऊर्जा नाभिकीय अभिक्रियाओं के कारण पैदा होती है

बच्चे प्रायः सूर्य को 'बहुत बड़ा आग का गोला' मानते हैं। वास्तव में सूर्य उस सामान्य अर्थ में नहीं जलता जिस अर्थ में हम लोग समझते हैं। अर्थात् उस पर ऐसा कोई ईंधन नहीं जो वायु या किसी गैस के वातावरण में जल रहा हो। सूर्य की ऊर्जा का स्रोत बहुत कुछ परमाणुबम या परमाणु भट्ठी की तरह का होता है। किन्तु इसकी प्रक्रिया बड़ी कठिन और चौथी कक्षा के विद्यार्थियों की समझ से बाहर होनी है। उसके लिए बस इतना समझ लेना काफ़ी होगा कि सूर्य की ऊर्जा परमाणु अभिक्रियाओं से उत्पन्न होती है, किसी ईंधन के रासायनिक रीति से जलने के कारण नहीं। इस तरह के कुछ प्रयोगों से बच्चों को इस विचार के समझने में मदद मिल सकती है।

चर्चा — **नाभिकीय ईंधन किस प्रकार का होता है?**

परमाणु ऊर्जा के बारे में समाचार-पत्रों या पत्रिकाओं में से कुछ लेख प्राप्त कर लीजिए। ये परमाणु विस्फोटों (परमाणु बमों) या ऐसी परमाणु भट्टियों के विषय में हो सकते हैं, जैसी बंबई के पास है। बच्चों से ऊर्जा के स्रोत के बारे में बातचीत कीजिए। यह प्रायः यूरेनियम नामक एक रासायनिक तत्त्व होता है। बच्चों को यह समझाइए कि परमाणु भट्ठी या परमाणु बम के लिए जो ईंधन होता है, वह पैट्रोल, डीज़ल तेल, लकड़ी या कोयले की तरह का रासायनिक अर्थ में जलनेवाला ईंधन नहीं होता। बल्कि यह विशेष पदार्थ का बना हुआ होता है, जिसमें परमाणुओं की नाभिक टूटती हैं। विखंडन की इस प्रक्रिया में अपार ऊर्जा उत्पन्न होती है।

बच्चों को सूर्य का चित्र और भारत या अन्य देशों के परमाणु बिजली घरों के चित्र साथ-साथ दिखाइए। बच्चों को यह स्मरण कराइए कि दोनों के लिए प्राप्त होनेवाली ऊर्जा का स्रोत एक सा होता है, और यह किसी ईंधन के रासायनिक रीति से जलने या भस्म होने की अभिक्रियास्वरूप नहीं प्राप्त होती।

4. आकाश में खरबों की संख्या में तारे हैं

ऐसी रात में जब आकाश बिल्कुल साफ़ हो तो बिना किसी यंत्र से 4 से 6 हज़ार तक तारे देखे जा सकते हैं। इनके अतिरिक्त 4–6 हज़ार तारे क्षितिज के नीचे भी होते हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि मनुष्य अपनी आँखों से शायद 10 हज़ार तारे देख सकता है। किन्तु वैज्ञानिक जानते हैं कि इससे कहीं अधिक तारे मौजूद हैं। दूरबीन या दूरवीक्षण यंत्र की सहायता से उन्होंने करीब-करीब 10,000,000,000,000,000,000,000 सितारे होने का अनुमान लगाया है। यह केवल अनुमान ही है क्योंकि तारों की कभी गिनती नहीं की गई है और शायद ऐसी गिनती कभी हो भी न पाए।

4 (क). सूर्य के अत्यंत तीव्र प्रकाश के कारण तारे दिन में नहीं दीखते

बच्चे यह पहले ही सीख चुके हैं कि आकाश में तारे दिन-रात रहते हैं पर ये दिन में दिखाई नहीं देते। इसका कारण यह है कि सूर्य का प्रकाश अत्यधिक तीव्र होता है और इसमें तारों का मंद प्रकाश अदृश्य हो जाता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनको करने से बच्चों को इस बात का अनुभव कराने में सहायता मिल सकती है।

बाहरी प्रेक्षण | **तारे दिन में कहाँ चले जाते हैं ?**

बच्चों से कहिए कि वे किसी दिन प्रातःकाल तारे छिपने के पहले उठें। उनको बताइए कि वे सवेरे के आकाश के पश्चिमी भाग में किन्हीं बहुत चमकीले तारों को चुनकर उनकी ओर ध्यान लगाएँ। वे कब तक इनको देख सकते हैं ? क्या ऐसा सोचने का कोई कारण हो सकता है कि यदि देखते ही देखते तारे गायब हो जाएँ तो उनका अस्तित्व ही नहीं रहा ?

बच्चों को याद दिलाइए कि जलते हुए कोयले या जली हुई सिगरेट का प्रकाश दिन में धूप की रोशनी में क्यों नहीं दिखाई देता। इसी तरह तारों से निकलनेवाला प्रकाश सूर्य के तेज़ प्रकाश में छिप जाता है और दिखाई नहीं देता।

4 (ख). तारे गर्म, प्रकाशमान गोले हैं

बच्चे सीख चुके हैं कि सूर्य भी एक तारा है। इसमें और अन्य तारों में यही अंतर है कि अन्य सितारों की अपेक्षा यह हमारे बहुत पास है। इस उपमंकल्पना में बच्चों को यह बात सीखने को मिलेगी कि अन्य तारे सूर्य से किस प्रकार से मिलते-जुलते हैं।

सूर्य साधारण-सा तारा है। यह न तो सबसे बड़ा तारा है और न सबसे छोटा। न ही यह सबसे अधिक चमकीला और न सबसे मंद। अन्य तारों से इसमें यही भिन्नता है कि यह पृथ्वी के सबसे निकट है। नीचे लिखे प्रयोग से बच्चों को इसके समझने में मदद मिलेगी।

सामान्य अनुभव | **अन्य तारों की अपेक्षा सूर्य इतना अधिक क्यों चमकता है ?**

बच्चों को याद दिलाइए कि रात में बहुत दूर की रोशनी बहुत मंद कैसे दिखाई पड़ती है। यही बात तारों के बारे में है। यद्यपि उनमें से बहुत से हमारे सूर्य से कहीं अधिक बड़े और प्रकाशवाले हैं। फिर भी वे अच्छी तरह दिखाई नहीं देते इसका कारण यह है कि वे सूर्य की अपेक्षा लाखों-करोड़ों गुना दूर हैं।

बच्चों को यह भी बताइए कि तारे, जैसा कि चित्रों में दिखाया जाता है, 5 या 6 कोनेवाले पिण्ड नहीं होते। प्रत्येक तारा गोल होता है। अधिक से अधिक शक्तिशाली दूरबीन से भी हरेक तारा केवल एक बिंदु या प्रकाश-बिंदु जैसा ही दिखाई पड़ता है।

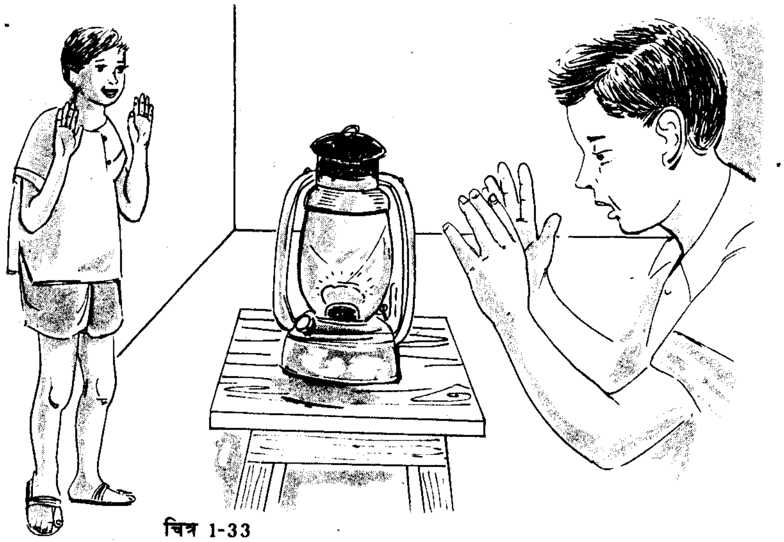
4 (ग). सब तारों से गर्मी और प्रकाश का उत्सर्जन होता है

सूर्य की भाँति प्रत्येक तारा गर्मी और प्रकाश की ऊर्जाएँ उत्पन्न करता है। यह तो स्पष्ट है कि यदि किसी तारे में से प्रकाश-ऊर्जा न निकले, तो वह दिखाई ही नहीं देगा। फिर भी बच्चों को यह स्वीकार करना कठिन होगा कि तारों में से भी गर्मी निकलती है। यहाँ कुछ प्रयोग बताए गए हैं, उनसे बच्चों को यह बात समझने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण

तारों से हम गर्मी का अनुभव क्यों नहीं करते ?

आवश्यक सामग्री
मोमबत्ती या मिट्टी के तेल का लैम्प



चित्र 1-33
हम तारों की ऊष्मा का अनुभव नहीं कर पाते क्योंकि हम उनसे बहुत दूर हैं।

मोमबत्ती या लालटेन जलाइए। बच्चों से कहिए कि वे मोमबत्ती या लालटेन के पास अपना हाथ या मुँह लाएँ जिससे कि वे इसकी गर्मी का अनुभव कर सकें। अब उनसे कहें कि थोड़ा पीछे हटकर इसकी गर्मी अनुभव करें जैसा चित्र 1–33 में दिखाया गया है। वे अब गर्मी महसूस नहीं कर सकते, क्योंकि वे प्रकाश-स्रोत से दूर चले गए। इसी तरह हम तारों से निकलनेवाली गर्मी का भी अनुभव नहीं कर पाते। यद्यपि तारों की गर्मी को हम अनुभव नहीं करते पर इनकी गर्मी कहीं जाती नहीं, जैसे कि कुछ मीटर की दूरी पर ही रखे गए लैम्प की गर्मी बच्चों को महसूस नहीं होती।

बच्चों को यह भी याद दिलाइए कि जब वे आग (अलाव) के पास बैठकर न तापें तब तक उन्हें गर्मी नहीं लगेगी। किन्तु बच्चे यह बात मान जाएँगे कि बहुत दूरी पर रखी गई आग से भी गर्मी निकलती है पर दूरी के कारण वे उसे महसूस नहीं कर पाते।

अच्छी तरह समझने के लिए

यह सच है कि आकाश में कुछ ऐसे पिण्ड भी हैं जिनसे प्रकाश नहीं निकलता। इनमें से कुछ को "अदीप्त तारे" कहते हैं। ये दिखाई नहीं दे सकते। किन्तु खगोलज्ञ इन अदीप्त तारों का पता, पास के दीखनेवाले अन्य तारों पर इनके गुरुत्वाकर्षण प्रभाव से लगाते हैं। इन अँधेरे तारों को छोड़कर बाकी सभी तारे प्रकाश और गर्मी दोनों का ही उत्सर्जन करते हैं।

4 (घ). सूर्य पृथ्वी के सबसे निकट का तारा है

पृथ्वी के सबसे निकट का तारा सूर्य है जो पृथ्वी से 15 करोड़ किलोमीटर की दूरी पर है। यद्यपि यह बहुत बड़ी दूरी लगती है पर दूसरे सितारों की दूरी की तुलना में यह कुछ भी नहीं है। इससे दूर वाला तारा भी इतनी दूर है कि बहुत मंद-सा दिखाई देता है और पृथ्वी से इसकी दूरी 40,000,000,000,000 किलोमीटर है। अन्य तारे तो इससे भी कहीं अधिक दूर हैं। कुछ तो इससे हज़ारों गुना दूर हैं। दूरी की यह कल्पना चौथी कक्षा के बच्चों के लिए वास्तव में बड़ी कठिन होगी। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनकी सहायता से इसको समझने में कुछ सहायता मिल सकती है।

चर्चा | **क्या हम तारकीय दूरी का कोई स्केल मॉडल बना सकते हैं?**

बच्चों को पृथ्वी, सूरज और इसके बाद जो अन्य निकटतम तारा हो उनका मापी मॉडल बनाने की संभावना पर विचार करने के लिए बुलाइए। सूर्य के बाद जो निकटतम तारा है वह उससे 250 गुना दूर है। इस प्रकार यदि एक स्केल मॉडल तैयार किया जाए जिसमें पृथ्वी से एक सेण्टीमीटर की दूरी पर सूर्य की स्थिति हो तो इसी हिसाब से अब दूसरे सितारे को $2\frac{1}{2}$ किलोमीटर दूर दिखाना पड़ेगा।

बच्चों के साथ इस बात का पता लगाने की कोशिश कीजिए कि "प्रकाश वर्ष" का क्या अर्थ होता है। यह वह दूरी है जिसे प्रकाश एक वर्ष में तय करता है। प्रकाश की गति 30 करोड़ किलोमीटर प्रति सेकंड होती है और एक वर्ष में यह 10,000,000,000,000 किलोमीटर होगी। अधिकांश सितारे इतने अधिक दूर हैं कि उनकी दूरी के बारे में किलोमीटर की बजाय प्रकाश-वर्षों में चर्चा करना कहीं आसान होता है। निकटतम तारा चार प्रकाश-वर्ष दूर है। सूर्य केवल आठ प्रकाश-मिनटों की दूरी पर है।

4 (ङ). कुछ तारे समूहों में होते हैं, जिन्हें तारा-मंडल कहते हैं

सदियों से मनुष्य तारों को देखता रहा है और उसने उन्हें कुछ परिचित चित्रामों में बाँटने में सरलता और सुविधा महसूस की है। ये चित्राम तारा मंडल कहलाते हैं। पाँच हज़ार वर्ष से भी पूर्व भारतीयों ने तारों का तारा मंडलों में वर्गीकरण कर दिया था। यूनानियों, रोमनों और फिर बाद में पश्चिमी देशों के खगोलज्ञों को भी जिन तारक मंडलों की जानकारी थी उनका आधार, प्राचीन भारत की कथा-कहानियाँ और पुराण ही हैं।

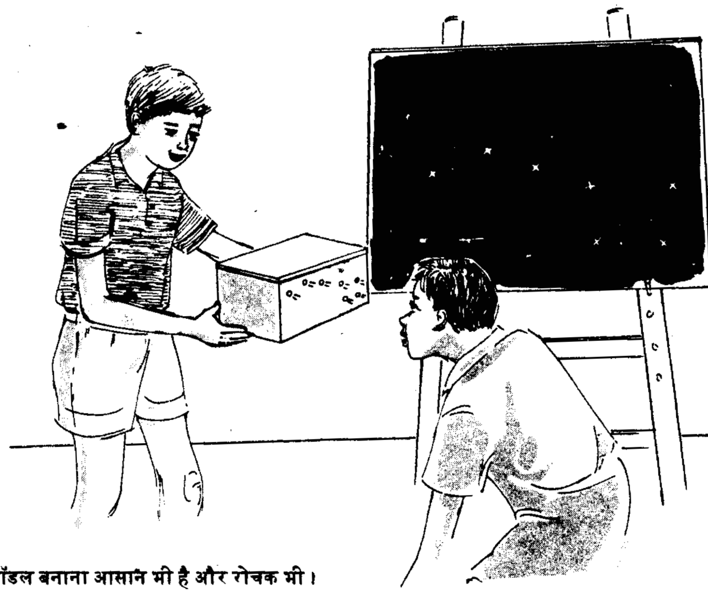
अधिकांश बच्चों को अब तक आम तारा मंडलों के दर्शन हो चुके होंगे। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग सुझाए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को तारा मंडलों के बारे में और अधिक जानकारी मिल सकेगी।

अन्वेषण

आइए हम तारा मंडलों के मॉडल बनाएँ

आवश्यक सामग्री
गत्ते का बक्स, पिन, प्रकाश-स्रोत

कुछ जाने-पहचाने तारा-मंडलों को चुन लीजिए। उनकी रूपरेखा चाक से बोर्ड या बड़े कागज पर बनाइए ताकि सब बच्चे इसे देख सकें। अब कुछ बच्चों को गत्ते के बक्से की एक तरफ़, बोर्ड पर बने तारा-मंडल के पैटर्न पर, पिन से छेद करके तारा मंडल बनाने को कहिए। अब यदि बक्से के अंदर बत्ती रख दी जाए और कमरे में अँधेरा कर लिया जाए तो छेदों में से प्रकाश ऐसा ही दिखाई देगा जैसे तारे टिमटिमा रहे हों और यह मॉडल भी तारक मंडल की तरह ही दिखाई देगा। (देखिए चित्र 1-34)।



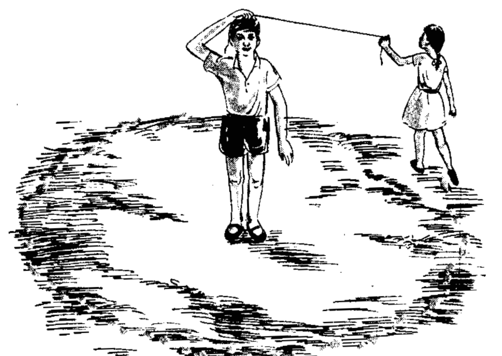
चित्र 1-34
कन्स्टेलेशन्स के मॉडल बनाना आसान भी है और रोचक भी।

किसी निर्मल रात्रि में बच्चों को आकाश में तारों की ओर देखने को और उनमें उन तारों के समूहों को चुनने में अपनी कल्पना का उपयोग करने को कहिए जो एक परिचित तारा मंडल से लगते हों। इस प्रकार वे स्वयं तारा मंडलों का एक प्रकार से आविष्कार करेंगे। वास्तव में तो सभी तारा मंडल मनुष्य की अपनी बुद्धि के ही आविष्कार हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

एक तारा-मंडल के तारों का आपस में कोई संबंध नहीं होता। न ही वे पृथ्वी से समान दूरी पर होते हैं और न ही उनमें कोई और समानता होती है। उनमें एक ही बात समान है कि वे आकाश की प्रायः एक ही दिशा में दिखाई पड़ते हैं। एक ही तारा-मंडल में तारे एक दूसरे से हज़ारों गुना दूर हो सकते हैं। अध्यापकों और विद्यार्थियों को इस बात को अच्छी

के चारों ओर एक वृत्ताकार पथचिह्न बन जाएगा। जैसा कि चित्र 1-36 में है। यहाँ लड़के को सूर्य और लड़की को पृथ्वी मान लीजिए। जिस मार्ग पर लड़की चल रही है वही पृथ्वी की कक्षा है। इस माडल में कक्षा की रेखा, भूमि की समतल पृष्ठ पर है। अर्थात् पृथ्वी की कक्षा का तल स्वयं भूपृष्ठ ही है। सूर्य भी उसी तल में लगभग कक्षा के केंद्र में है।



चित्र 1-36
ग्रह की कक्षा का तल वही सपाट समतल है जिसमें कि कक्षा विद्यमान है।

यह भी बताइए कि पृथ्वी के लिए एक वर्ष में पूरे 365 दिन नहीं होते। पृथ्वी न पूरे 365 दिन में और न ही $365\frac{1}{4}$ दिन में सूर्य की परिक्रमा पूरी करती है। यह समय 365 दिन से कुछ अधिक और $365\frac{1}{4}$ दिन से कुछ कम होता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

प्राचीन काल में बहुत से देशों के लोग पृथ्वी-वर्ष की अवधि को बहुत हद तक सही जानते थे अर्थात् आधुनिक काल गणना में उनकी जानकारी एक मिनट से भी कम तक थी। उन्होंने वर्षावधि के बारे में इतनी सूक्ष्मता से गणना कैसे की?

ये प्राचीन लोग समझते थे कि सूर्य पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करता है। जब सूर्य पृथ्वी के चारों ओर घूमता दिखाई देता है तब ऐसा लगता है कि यह तारों के भी बीच में से होकर निकल रहा है। यद्यपि सूर्य के पास के तारे दिन में नहीं दिखाई देते, वे ठीक सूर्योदय और सूर्यास्त के समय दिखाई दे सकते हैं। अतः प्रेक्षकों को यह पता लग सकता है कि सूर्य साल के किसी समय किस तारा-मंडल में होता है। इस बात को बड़ी सूक्ष्मता से देखकर उन लोगों ने पता लगाया कि सूर्य $365\frac{1}{4}$ दिनों से कुछ कम समय में पृथ्वी की परिक्रमा लेता है। यह ऋतु-चक्र के साथ भी ठीक मेल खाता है। इस प्रकार आरंभिक काल के वैज्ञानिकों ने वर्ष का समय बहुत सही आकलित किया था।

5 (ख). पृथ्वी का अक्ष इसके सूर्य-परिक्रमा के तल के सापेक्ष झुका हुआ है।

सूर्य के सापेक्ष पृथ्वी की गति दो प्रकार की है। एक है परिक्रमण ; यह पृथ्वी का वह चक्कर है जो यह सूर्य के चारों ओर एक वर्ष में पूरा करती है। इसके साथ-साथ पृथ्वी अपने अक्ष पर भी घूमती है। यह अक्ष भौगोलिक उत्तरी ध्रुव से भौगोलिक दक्षिणी ध्रुव तक जाता है। पृथ्वी के अपने अक्ष पर घूमने को घूर्णन कहते हैं। अपने अक्ष पर पृथ्वी अपना घूर्णन 24 घंटों में पूरा करती है। इस घूर्णन के ही कारण दिन और रात होते हैं।

यहाँ यह समझ लेना बड़ा आवश्यक है कि पृथ्वी का अक्ष और पृथ्वी की कक्षा के तल का संबंध सरल नहीं है। यदि पृथ्वी का अक्ष पृथ्वी की कक्षा के तल पर समकोण या लंब होता तो यह संबंध सरल होता। पर वास्तव में अक्ष समकोण से $23\frac{1}{2}^\circ$ पर झुका हुआ है। अक्ष के झुके होने के कारण ही पृथ्वी पर वर्ष में ऋतु-परिवर्तन होते रहते हैं। नीचे बताए गए कुछ प्रयोगों से पृथ्वी के अक्ष और इसकी कक्षा के तल के मध्य संबंध को बच्चों को समझाने में सहायता मिलेगी।

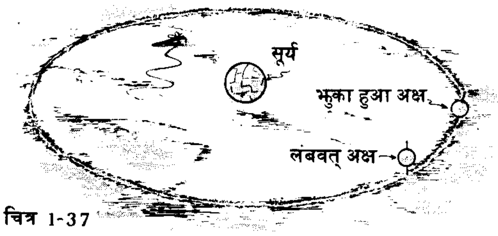
अन्वेषण

पृथ्वी के अक्ष के झुकाव से क्या तात्पर्य है?

आवश्यक सामग्री
डोरी, फुटबॉल, सख्त तार, रबड़ की छोटी गेंद, लकड़ी की खूँटी

थोड़ी सी समतल भूमि चुन लीजिए। इस जगह के बीचोबीच खूँटी गाड़ दीजिए। डोरी या रस्सी के एक सिरे को खूँटी से बाँध दीजिए और दूसरे सिरे में लकड़ी का एक टुकड़ा बाँध लीजिए। अब इस टुकड़े से खूँटी के चारों ओर एक वृत्त खींच दीजिए। अब खूँटी हटाकर उसकी जगह फुटबॉल रख दीजिए। छोटी गेंद को वृत्त की लकीर पर कहीं रख दीजिए।

अब जैसा कि चित्र 1–37 में दिखाया गया है फुटबॉल को सूर्य मान लीजिए और छोटी गेंद को पृथ्वी और जमीन पर जो वृत्त खींचा गया है उसे पृथ्वी की कक्षा समझ लीजिए।



चित्र 1-37
नीचे वाली गेंद पृथ्वी की कक्षा के तल में अपने अक्ष पर लंबवत स्थापित है। दाहिनी तरफ वाली गेंद के अक्ष का झुकाव पृथ्वी के अक्ष के झुकाव की भाँति ही है।

करीब आठ इंच लंबे एक नुकीले तार से गेंद के आर-पार ठीक आमने-सामने छेद कर दीजिए। अब इन छेदों में से अक्ष तार को इस प्रकार डालिए कि गेंद के बाहर दोनों ओर बराबर-बराबर तार निकला रहे। यह तार पृथ्वी के अक्ष के समान है।

अब तार के एक सिरे को जमीन में गाड़ कर सीधा खड़ा कर दीजिए। पृथ्वी का यह अक्ष इस समय कक्षा के तल पर समकोण या लंबवत् स्थित है। अंत में तार को थोड़ा झुका कर पृथ्वी में गाड़ दीजिए ताकि यह समकोण न रहे। अब पृथ्वी का अक्ष कक्षा की तल के सापेक्ष हुआ है।

चाँदा (प्रोट्रैक्टर) से नाप कर पता लगाइए कि $23\frac{1}{2}^{\circ}$ का कोण कितना बड़ा होता है। अब एक ऐसी गेंद की पृथ्वी बनाइए जिसका अक्ष दिखाई देता रहे और इसे ऐसा झुकाकर गाड़िए कि धुरी समकोण रेखा से $23\frac{1}{4}^{\circ}$ झुकी रहे। बच्चों को अब समझाइए कि कक्षा के सापेक्ष पृथ्वी का अक्ष बस इतना ही झुका हुआ है।

अच्छी तरह समझने के लिए

यदि पृथ्वी के अक्ष को उत्तरी ध्रुव से निकालकर काफ़ी ऊपर तक बढ़ाया जाए तो यह एक बहुत चमकीले तारे की ओर को बढ़ेगा। इस तारे को "ध्रुव तारा" कहते हैं। यह तारा "अर्सा माइनर" की पूँछ के सिरे पर होता है। ध्रुव तारा पृथ्वी के अक्ष के बिल्कुल सीध में तो नहीं होता पर इसके बहुत ही निकट होता है। इस स्थिति में यह सदैव नहीं रहा है। 26 हज़ार वर्षों में पृथ्वी का अक्ष आकाश में एक असाधारण रूप से विशाल आकार का वृत्त बनाता है। 2 हज़ार वर्ष पूर्व किसी प्रेक्षक ने पौलेरिस का उपयोग ध्रुव तारे के रूप में कभी नहीं किया होगा। पिछले कुछ सौ वर्षों में और आगामी कुछ सौ वर्षों तक ध्रुव तारा बहुत कुछ पृथ्वी के अक्ष या उत्तरी ध्रुव की सीध में ही रहा है और रहेगा। दक्षिणी ध्रुव की ओर

अक्ष की सीध में कोई अधिक प्रकाशवाला तारा नहीं है, अर्थात् "दक्षिणी ध्रुव तारा" जैसा कोई तारा नहीं है।

5 (ग). पृथ्वी के सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करने से जिसमें इसका अक्ष परिक्रमा-पथ के तल पर झुका रहता है, ऋतुएँ होती हैं

पृथ्वी का अक्ष अपने परिक्रमा-पथ पर सीधा या लंबवत् न होकर झुका हुआ है, इस बात का बहुत ही महत्त्वपूर्ण परिणाम होता है। पृथ्वी का अक्ष इस तरह झुका है कि उसका उत्तरी सिरा ध्रुव तारे की ठीक सीध में होता है। इसका अर्थ यह हुआ कि पृथ्वी की सूर्य के चारों ओर वार्षिक परिक्रमा में कभी उसका अक्ष सूर्य की ओर होता है और कभी सूर्य से दूर की दिशा की ओर। जब पृथ्वी का उत्तरी गोलार्ध सूर्य की ओर झुका होता है तो इस पर सूर्य की सीधी किरणें अधिक पड़ती हैं। इसके अतिरिक्त इस भाग में दिन का प्रकाश भी अधिक देर तक रहता है और रात का अँधेरा कम समय तक रहता है। इसके विपरीत जब पृथ्वी का अक्ष सूर्य से दूर की ओर झुका होता है तो इस उत्तरी गोलार्ध पर सूर्य की किरणें तिरछी पड़ती हैं और साथ ही इस भाग में दिन का समय घट जाता है और रातें बढ़ जाती हैं। इन्हीं दो कारकों के मिलने से ऋतु-चक्र की उत्पत्ति होती है।

इन दो विचारों—सूर्य की किरणों के कोण में विचरण और दिन के प्रकाश के समय में घटबढ़—के बारे में इकाई-2 की चौथी कक्षा में भी विचार किया गया है, जिसका शीर्षक "वायु जल और मौसम" है। इन विचारों को समझाने के लिए आवश्यक प्रयोग इस पुस्तिका की उसी इकाई के पृष्ठ — से पृष्ठ तक दिए गए हैं। संभवतः कुछ अध्यापक इकाई-2 और इकाई-1 के संबंधित अंशों को सम्मिलित करना चाहेंगे।

अच्छी तरह समझने के लिए

पूरे ऋतु-चक्र का समय ठीक एक वर्ष का होता है। वर्ष का सबसे बड़ा दिन 21 जून होता है। इसी दिन उत्तरी गोलार्ध में सूर्य की किरणें प्रायः सिर के ठीक ऊपर पड़ती हैं। 21 जून को सूर्य उत्तर की ओर बढ़ना बंद कर देता है और फिर धीरे-धीरे दक्षिण की ओर खिसकने लगता है। इस दिन को "उत्तरायनांत" कहते हैं। ऐसा माना जाता है कि उस दिन सूर्य स्थिर होता है। तीन महीने बाद 22 सितंबर को रात और दिन फिर बराबर अवधि के हो जाते हैं। इसका कारण यह होता है कि इस दिन पृथ्वी की धुरी सीधी होती है अर्थात् यह न सूर्य की ओर न उससे दूर दिशा की ओर झुकी होती है। वर्ष के इस दिन को शरद विषुव कहते हैं। यह नाम इसी कारण रखा गया है कि उस समय दिन और रात समान अवधि के होते हैं।

वर्ष का सबसे छोटा दिन 22 दिसंबर होता है। इस समय उत्तरी गोलार्ध सूर्य से दूर की तरफ़ झुका होता है। वर्ष के इस समय को 'दक्षिणायनांत' कहते हैं। इस दिन सूर्य दक्षिण की ओर जाना बंद कर उत्तर की ओर प्रस्थान करना आरंभ कर देता है। इस दिन उत्तरी गोलार्ध में सूर्य की किरणें सबसे अधिक तिरछी पड़ती हैं। 21 मार्च को जिसे वसंत विषुव कहते हैं, दिन-रात पुनः बराबर अवधि के होते हैं।

उत्तरी गोलार्ध में जो ऋतु होती है, दक्षिणी गोलार्ध में उसके विपरीत होती है। उत्तरी गोलार्ध में जब जाड़ा होता है तो दक्षिणी गोलार्ध में गर्मी होती है और जब वहाँ जाड़ा होता है तो उत्तरी गोलार्ध में गर्मी। दक्षिणी अफ़्रीका, दक्षिणी अमरीका और आस्ट्रेलिया में दिसंबर, जनवरी और फ़रवरी में सबसे अधिक गर्मी पड़ती है और जून, जुलाई और अगस्त में सबसे अधिक सर्दी होती है। अतः दक्षिणी गोलार्ध में जून, जुलाई और अगस्त जाड़े का मौसम होता है और जनवरी, फ़रवरी और मार्च गर्मी के महीने माने जाते हैं।

5 (घ). भूमध्य रेखा के पास के स्थानों में सूर्य के प्रकाश में सारे साल में कोई विशेष परिवर्तन नहीं होता

विषुवत् रेखा के पास सूर्य सदा पूर्व में उदय होता है और पश्चिम में अस्त होता है। 21 मार्च और 22 दिसंबर को विषुवत् रेखा प्रदेश में सूर्य सीधा पूर्व में निकलता है और सिर के ऊपर से होकर सीधा पश्चिम में अस्त होता है। इन दो दिनों में विषुवत रेखा पर सूर्य की सबसे अधिक गर्मी पड़ती है। 21 जून को विषुवत् रेखा पर सूर्य पूर्व में उदय होता है पर फिर आकाश में कुछ उत्तर की ओर हो जाता है। दोपहर में यह काफी उत्तर में होता है और फिर पश्चिम में अस्त होता है। 22 दिसंबर को विषुवत् रेखा पर सूर्य पूर्व में उदय होता है और दोपहर में आकाश के शिरो बिन्दु से दक्षिण

की ओर हो जाता है फिर ढल कर यह पश्चिम में डूबता है। इस प्रकार यद्यपि विषुवत् रेखा पर सूर्य की किरणों की दिशा में मामूली सा परिवर्तन होता है पर इतना अधिक नहीं जितना मध्य उत्तर और मध्य दक्षिण अक्षांशों में होता है। नीचे लिखे प्रयोगों से बच्चे इस संबंध को अच्छी तरह समझ जाएँगे।

अन्वेषण

विषुवत् रेखा से देखने पर सूर्य का मार्ग क्या होगा?

आवश्यक सामग्री
प्रकाश-स्रोत, बड़ी गेंद या हाँडी, मिट्टी

कोई बत्ती या गैस की लालटेन (पैट्रोमैक्स) को सूर्य के रूप में प्रयोग कीजिए। बड़ी सी गेंद या मिट्टी की गोल हाँडी को पृथ्वी मान कर प्रयोग कीजिए। इस पर मिट्टी में छड़ी लगाकर भौगोलिक उत्तरी ध्रुव बनाइए। इस मॉडल की पृथ्वी पर विषुवत् रेखा भी बना लीजिए। अब इस सूर्य और पृथ्वी को इस ढंग से रखिए कि धुरी न सूर्य की ओर झुकी रहे न उससे दूर की ओर जैसा कि चित्र 1–38 में दिखाया गया है। अब बच्चों को दिखाइए कि जब पृथ्वी इस स्थिति में होती है तो विषुवत् रेखा पर सूर्य पूर्व में उदय होता है और पश्चिम में डूबता है। सारे साल भर प्रायः पृथ्वी की हर स्थिति में यही दशा रहती है। साल के हर समय विषुवत् रेखा पर 12 घंटे दिन रहता है और 12 घंटे रात रहती है। बच्चों की यह समझने में सहायता कीजिए कि बसंत और शरत् विषुवों के समय दोपहर को विषुवत् रेखा पर से देखने पर सूर्य ठीक सिर के ऊपर दिखाई देगा। अब उनसे पूछिए कि दिसंबर और जून की दोपहर को सूरज कहाँ से देखने पर सिर के ऊपर दिखाई देगा।

चित्र 1-38
मार्च और सितंबर में सूर्य पूर्व से निकलता है और पश्चिम में अस्त होता है।

अब बच्चों की इस बात में मदद कीजिए कि सब मिलकर देश के धुर दक्षिण के किसी स्कूल के बच्चों को पत्र लिखें। इसमें यह बताने की कोशिश हो कि विषुवत् रेखा से कुछ डिग्री उत्तर में होने पर मौसम की क्या विशेषता होती है।

6. ऋतु-परिवर्तन का मनुष्य, पेड़-पौधों और पशु-पक्षियों के जीवन पर प्रभाव पड़ता है

ऋतु बदलने के साथ-साथ मनुष्य का अपना रहन-सहन भी बदल जाता है। कपड़े, भोजन, मनोरंजन और सामाजिक कार्य भी मौसम के साथ बदल जाते हैं। सर्दियों में मनुष्य अधिक स्वस्थ अनुभव करता है, गर्मी में वह थका सा रहता है और कपड़े भी और तरह के पहनता है। इस तरह मनुष्य को जीवन-चर्या के हर पहलू को कई तरह से बदलना पड़ता है।

वनस्पति जगत् पर भी ऋतु का बड़ा प्रभाव पड़ता है। पुराने पौधे मुरझा जाते हैं, नए उगते हैं। फूल-पत्तियों और फलों पर भी प्रभाव पड़ता है। कुछ पौधे लुप्त हो जाते हैं और कुछ नए उगते हैं। इसी प्रकार पशु भी ऋतु-परिवर्तनों के साथ-साथ अपनी आदतें बदलते हैं। आगे जो उपसंकल्पनाएँ दी जाएँगी उनका उद्देश्य बच्चों को ऋतु परिवर्तन के प्रभाव

की ओर ध्यानाकर्षित करना होगा।

6 (क). लोग भिन्न-भिन्न ऋतुओं में भिन्न-भिन्न वस्त्र पहनते हैं

कपड़े पहनने का उद्देश्य पहनने वाले के शरीर की बाहरी तापमान से रक्षा करना है। इसके अलावा वस्त्रों से शरीर की और भी तरह से रक्षा होती है और उनसे शरीर स्वच्छ भी रहता है। वे देखने में भी सुंदर लगने चाहिएँ।

कपड़े शरीर को सर्दी-गर्मी से बचाते हैं, यह बात वैज्ञानिक सिद्धांतों पर आधारित है। गर्मी हर वस्तु में से होकर जा सकती है। कुछ पदार्थ गर्मी के सुचालक होते हैं और कुछ नहीं होते। प्रायः सभी प्रकार के कपड़े गर्मी के मंद चालक होते हैं, अर्थात् वे ऊष्मारोधी होते हैं। कुछ प्रकार के कपड़े दूसरों की अपेक्षा सुचालक होते हैं। सर्दियों में अच्छे बढ़िया किस्म के ऊष्मारोधी कपड़े शरीर की गर्मी को बाहर जाने से रोकते हैं। गर्मी के मौसम में शरीर को बाहर के तेज ताप से बचाने के लिए हम ऐसे कपड़े पहनते हैं जो अच्छे ऊष्मारोधी हों। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनसे बच्चों को समझने में मदद मिलेगी कि शरीर को सर्दियों में गर्म और गर्मियों में ठंडा रखने के लिए अच्छे ऊष्मारोधन का क्या महत्त्व है।

चर्चा · **वस्त्र हमें ताप की विषमताओं से कैसे बचाते हैं?**

बच्चों से पूछिए कि सर्दियों में जब खेत पर या और कहीं काम करनेवालों को खाना पहुँचाना होता है तो वे खाने के बर्तन को कैसे गरम रखते हैं ताकि खाना गर्म बना रहे? वे इसे कपड़े में लपेट लेते हैं। आग पर से गर्म कढ़ाई उतारने के लिए क्या करते हैं? (वे कपड़ों को एक ऊष्मारोधी के रूप में प्रयोग करते हैं।) अब पहनने के कपड़ों की ओर उनका ध्यान आकर्षित कीजिए। यह तो बच्चे आसानी से समझ ही जाएँगे कि कपड़े के ऊष्मारोधन गुणों के कारण ही सर्दियों में शरीर को गर्म रख पाते हैं। गर्मियों में शरीर को ठंडा रखने के लिए वस्त्र के उपयोग का उदाहरण देने को उनसे कहिए (लोग दोपहर के समय धूप में भारी कपड़ा ओढ़कर झपकी लेते हैं। कुछ किसान और दूसरे धूप में काम करनेवाले लोग सिर पर ढीली-ढाली पगड़ी बाँधकर सिर को ठंडा रखते हैं)।

अन्वेषण · **क्या भिन्न-भिन्न पदार्थों की ताप-चालकता भिन्न होती है?**

आवश्यक सामग्री
प्रकाश-स्रोत, धातु का पत्तर या तार, कपड़े की कतरन या डोरी

एक ही आकार का तार की जाली का और कपड़े का एक-एक टुकड़ा लीजिए। दोनों का एक-एक सिरा आग के पास रखिए। ध्यान रखिए कि कपड़ा जलने न पाए। अब देखिए तार की जाली का दूसरा सिरा पहले गर्म होता है या कपड़े का दूसरा सिरा? तो कौन-सा पदार्थ गर्मी का कुचालक है और कौन-सा सुचालक? कौन-सा पदार्थ अच्छा विसंवाहक है।

चित्र 1-39
कपड़े की अपेक्षा धातु ताप का अच्छा संवाहक है। कपड़ा ताप के लिए विसंवाहक है।

अन्वेषण

हम गर्म चीज़ों को गर्म और ठंडी को ठंडी कैसे रखते हैं?

आवश्यक सामग्री
दो खाली डिब्बे, गर्म और ठंडा पानी, कपड़ा

दो एक-से डिब्बों में गर्म पानी भरिए। एक डिब्बे पर ढीला-ढाला कपड़ा लपेट दीजिए और दूसरे को ऐसे ही रहने दीजिए। दोनों को ऐसी ठंडी जगह रख दीजिए जहाँ ऊपर की धूप न पड़ती हो। एक घंटे के बाद दोनों को छूकर देखिए। कौन सा अब भी गर्म है? क्यों? अब इसी तरह से ठंडे पानी से दो डिब्बे भरिए। उन्हें गर्म जगह में रख दीजिए पर धूप में नहीं। एक-दो घंटे बाद दोनों को छूकर देखिए कि कौन-सा डिब्बा अब भी ठंडा है? क्या ऊष्मारोधी में गर्म को गर्म और ठंडे को ठंडा रखने की क्षमता है? क्या चीज़ों को ठंडा और गर्म रखने के लिए अलग-अलग सिद्धांत हैं? इस अन्वेषण में कपड़े का क्या महत्त्व रहा?

किसी बहुत गर्म दिन कुछ बच्चों को धूप में नंगे सिर खेलने को कहिए। कुछ औरों से सिर पर ढीली पगड़ी बाँधकर खेलने को कहिए। दोनों से कहिए कि वे एक दूसरे से पूछें कि कौन आराम में रहा।

6 (ख). लोग अपने घरों को गर्मियों में ठंडा और सर्दियों में गर्म रखने के लिए तरह-तरह के ढंग अपनाते हैं

अन्य बातों के साथ-साथ घर लोगों की मौसम से रक्षा करने के लिए भी होता है। सामान्य ठंडक या गर्मी तो सुहानी लगती है। ऐसे मौसम में आदमी बाहर भी रहना पसंद करता है। किन्तु जब बहुत अधिक ठंड या गर्मी पड़ रही हो तो यदि बस चले तो हरेक घर के भीतर ही रहना चाहता है। इमारतें प्रायः इस प्रकार से तैयार की जाती हैं कि अधिक सर्दी या अधिक गर्मी उसके भीतर न आने पाए। इस प्रकार की इमारत को मकान कहते हैं।

अच्छा मकान बनाने में इस बात की ओर बहुत ध्यान देना चाहिए कि सर्दियों में उसमें से गर्मी बाहर न निकलने पाए भीतर ही रहे और गर्मियों में उसमें गर्मी बाहर से भीतर न आने पाए।

ऐसा मकान उस सामग्री का ही बन सकता है, जो ताप का मंद चालक हो। छत भी ऐसी चीज़ की बनाई जाए जो ताप का कुचालक हो। इसके लिए सबसे अच्छी चीज़ें हैं, दीवारों के लिए लकड़ी और छत के लिए छप्पर। मिट्टी और पत्थर भी ऊष्मारोधन के लिए काफ़ी अच्छे हैं ओर वे लकड़ी से काफ़ी सस्ते भी रहते हैं। इसके विपरीत धातुएँ गर्मी की सबसे मंद रोधी होती हैं। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनके करने से इमारतों और मकानों में ऊष्मारोधियों के उपयोग को समझने में बड़ी मदद मिलेगी।

चर्चा

गृह-निर्माण में आमतौर से किन सामग्रियों का उपयोग किया जाता है?

बच्चों से कहिए कि वे बताएँ कि उनके समुदाय में इमारतें किन चीज़ों से बनती हैं। वे जो चीज़ें बताएँगे उनमें मिट्टी, पत्थर, कपड़ा (तंबुओं में), ईंटें, लकड़ी, धातु तथा अन्य चीज़ें होंगी। उनसे मालूम कीजिए कि किस चीज़ से गर्मी में सबसे अधिक ठंडक और सर्दी में सबसे अधिक गर्मी रहती है।

अन्वेषण	अत्यधिक गर्मी से भिन्न-भिन्न पदार्थ किस प्रकार रक्षा करते हैं ?	**आवश्यक सामग्री** धातु का बक्स, उसी आकार का लकड़ी या गत्ते का बक्स

एक ही आकार और रंग के दो बक्स लीजिए। एक लकड़ी या गत्ते का और दूसरा धातु का हो। उन्हें धूप में नीचे की तरफ़ मुँह करके रख दीजिए। करीब आधे घंटे के बाद बच्चों से दोनों के नीचे अपने हाथ रखकर उनका तापमान देखने को कहिए जैसा कि चित्र 1–40 में दिखाया गया है। कौन-सी वस्तु तेज़ गर्मी के प्रति बेहतर ऊष्मारोधी सिद्ध हुई ?

चित्र 1-40
धातु की अपेक्षा लकड़ी ताप का अच्छा विसंवाहक है।

किसी बहुत गर्म दोपहर के समय बच्चों से कहिए कि वे मकान के भीतर ठंडी जगह ढूँढ़ें। यह जगह बहुत करके लकड़ी, मिट्टी या पत्थर की इमारत का वह भाग होगी जिस पर छाँह हो।

6 (ग). पशु-पक्षियों और पेड़-पौधों का व्यवहार ऋतुओं के साथ बदलता है

पेड़-पौधों और पशु-पक्षिओं पर मौसम का बहुत अधिक (मनुष्यों से भी अधिक) प्रभाव पड़ता है। फ़सलों की बुवाई, उनके बढ़ने और काटने के अलग-अलग मौसम होते हैं। किसी मौसम में पेड़-पौधों पर फूल आते हैं और बाद में उसमें दूसरे मौसम में फल लगते हैं। बहुत से वृक्षों का बसंत से ठीक पहले पतझड़ होता है। हाँ इन सभी क्रियाओं का समय अलग-अलग वनस्पति के लिए अलग-अलग होता है।

पशु-पक्षियों के व्यवहार में भी साल की ऋतुओं के अनुसार परिवर्तन होता रहता है। किसी मौसम में पशु संगम करते हैं, किसी में वे बच्चे देते हैं। जिन जानवरों के शरीर पर समूर (फर) होते हैं वे गर्मियाँ आते ही समूर छोड़ने लगते हैं। कुछ पशु-पक्षी साल के किसी निश्चित समय पुराना स्थान छोड़कर दूसरे स्थानों को चले जाते हैं। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए गए हैं, जिनसे बच्चे समझ सकते हैं कि मौसम बदलने से वनस्पति और पशु-पक्षियों पर क्या व्यापक प्रभाव पड़ता है।

कक्षा प्रायोजना

अन्नों की उपज के संबंध में भिन्न-भिन्न मौसमों में क्या काम होते हैं?

कक्षा को कुछ कार्य-समितियों में बाँट दीजिए। हर समिति को एक ही तरह की फ़सल जैसे अन्न, फल या दालों को चुन लेने दीजिए। टुकड़ी के हर बच्चे को ऐसे चार्ट बनाने में मदद दीजिए, जिसमें यह दिखाया गया हो कि उनकी चुनी हुई फ़सल के संबंध में साल के किस महीने में क्या काम होता है। प्रत्येक टुकड़ी से अपना अनुभव दूसरों को बताने को कहिए। अब सब बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि फ़सलों की उपज का और ऋतु-चक्र का कितना निकट संबंध है।

चर्चा

मौसम के साथ रहन-सहन कैसे बदलता जाता है?

बच्चों से पूछिए कि वे भिन्न-भिन्न मौसमों में क्या खाते हैं और कैसे रहते हैं तथा कैसे-कैसे कपड़े बदलते हैं इत्यादि-इत्यादि। उनके उत्तर देने पर उनके साथ पशु-पक्षियों, मछलियों, कीड़े-मकोड़ों आदि पर मौसम के प्रभाव के विषय में बातचीत कीजिए।

उन्हें बताने दीजिए कि मौसम के साथ फल-फूलों और वृक्षों की पत्तियों में क्या-क्या परिवर्तन दिखाई देते हैं। इन परिवर्तनों का चार्ट या सूची बनवाने में उनकी मदद कीजिए।

उनसे गर्मियों और सर्दियों में दिखाई देनेवाली चिड़ियों की सूची बनवाकर उनकी तुलना करवाइए। कीड़े-मकोड़ों, छोटे जानवरों, फूलों और अन्न के पौधों की सूची बनवाकर भी ऐसा ही कीजिए।

इकाई 1

हमारा विश्व

पाँचवीं कक्षा

सामान्य दृष्टि

प्राथमिक स्कूल के विद्यार्थियों के लिए विश्व के बारे में तथा इसमें क्या-क्या है और इसकी गतियों के बारे में पढ़ने के लिए यह अंतिम कक्षा होगी। वे जितना ही अपने देखे गए कार्यों के कारणों की खोज-बीन करेंगे परिवर्तन के जटिल तरीकों के बारे में उतना ही अधिक सीख पाएँगे।

अब इस पाँचवीं कक्षा में वे जिस विषय के बारे में पढ़ेंगे, वह चंद्रमा है। आरंभ में चंद्रमा के लक्षण के बारे में उनका ध्यान दिलाया जा रहा है। लक्षण से तात्पर्य है कि इसकी शक्ल, इसका आकार कैसा है और इसकी सतह पर क्या अवस्थाएँ हैं। कई देशों के वैज्ञानिकों ने अंतरिक्ष-यात्रा के द्वारा चंद्रमा के बारे में अनुसंधान के जो प्रयत्न किए हैं, उससे बच्चों में बड़ी उत्सुकता और रुचि उत्पन्न हो सकती है और साथ ही उन्हें बड़ी रोमांचक जानकारी भी मिल सकती है।

यहाँ सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी के परस्पर कारण-तथा-प्रभाव के संबंधों तथा ज्वार-भाटे क्यों उठते हैं, इस विषय को भी लिया गया है। बच्चे इस कक्षा में यह सीखेंगे कि पिण्डों का गुरुत्त्वाकर्षण-प्रभाव केवल उनकी सतह तक ही सीमित नहीं रहता बल्कि उनके चारों ओर प्रसारित रहता है और कई बार तो यह करोड़ों मील दूर तक रहता है। इस प्रकार उन्हें विश्वव्यापी गुरुत्त्वाकर्षण के नियम का परिचय मिलता है। इस संबंध में बच्चे यह स्पष्ट रूप से समझ जाएँगे कि वे प्राकृतिक नियम, जो पृथ्वी पर लागू होते हैं वे ही सौर प्रणाली के रिक्तप्राय अंतरिक्ष पर भी लागू होते हैं। यहाँ विश्वव्यापी गुरुत्त्वाकर्षण सिद्धांत में "विश्वव्यापी" पर अधिक जोर दिया गया है।

कारण तथा प्रभाव संबंधों के सिद्धांतों का उपयोग करते हुए विद्यार्थियों को कुछ अपने परिचित अंधविश्वासों के बारे में यथार्थ का भी पता लगेगा। वे यह समझ सकते हैं कि चंद्रमा और ज्वार में कोई संबंध (गुरुत्त्वाकर्षण का) अवश्य है। फिर भी खेतों की बुवाई और चंद्रमा की स्थिति में इस तरह का कोई संबंध नहीं है। वे सूर्य ग्रहण और चंद्र ग्रहण के कारणों के बारे में जानते हैं किन्तु इन घटनाओं का मनुष्यों के जीवन पर कोई प्रभाव पड़ता हो ऐसा वे नहीं देखते। इसी प्रकार ग्रहों की स्थिति का अपने जीवन या भाग्य और भविष्य पर कुछ प्रभाव पड़ता है इस बारे में भी बच्चों के मन में संदेह उत्पन्न किया जा सकता है और इसे प्रोत्साहन दिया जा सकता है। इस प्रकार के मार्गदर्शन करनेवाले अनुभवों से ऐसे नवयुवकों की पीढ़ी पैदा होगी जो पिछली पीढ़ी की अपेक्षा प्रमाण, कारण-प्रभाव-संबंधों और तर्क की कसौटी पर पूरे उतरनेवाले विचारों को अधिक ग्रहण करेंगे और अंधविश्वासों या ज्योतिषियों की भविष्यवाणियों तथा भावनाओं के वश में होकर नहीं चलेंगे।

1. चंद्रमा एक बंजर और निर्जीव गोला है

चंद्रमा एक गोला है। इसका व्यास लगभग 3,500 किलोमीटर है। यह पृथ्वी के चौथाई भाग से कुछ ही बड़ा है। बहुत सी बातों में पृथ्वी और चंद्रमा दोनों ग्रह बहनों के एक ऐसे जोड़े की तरह हैं जो एक दूसरे की परिक्रमा करती हैं।

इनमें से एक अर्थात् पृथ्वी बड़ी है। इसका व्यास चंद्रमा के व्यास से चार गुना है।

अब क्योंकि अंतरिक्ष-यात्रा के कारण चंद्रमा के बारे में नित नई जानकारी मिल रही है, अतः यह बच्चों के लिए बड़ी दिलचस्पी और मनोरंजन का विषय बन गया है। अब इस कक्षा में सौर मंडल के एक पिण्ड के रूप में चंद्रमा का अध्ययन करना उपयुक्त होगा और पृथ्वी पर इसका क्या प्रभाव पड़ता है, इसका भी अध्ययन उपयुक्त होगा।

1 (क). चंद्रमा पर वायु और जल नहीं हैं और न ही उस पर जीवित प्राणी हैं

अभी तक ऐसा कोई ठोस प्रमाण नहीं मिला है जिससे कहा जा सके कि चंद्रमा पर कोई वायुमंडल भी है। चंद्रमा के सिरे पर दीखनेवाले तारों में धुँधलापन नहीं दिखाई देता किन्तु यदि चंद्रमा पर वायुमंडल होता तो ऐसा अवश्य होता। अधिक से अधिक शक्तिशाली दूरबीन यंत्र से भी चंद्रमा पर बादल का पता नहीं लगता न ही पानी से होनेवाले अपरदन के कोई चिह्न मिलते हैं। जैसा कि मंगल पर बर्फ या धूल या बादल होने के प्रमाण मिलते हैं वैसा कुछ भी चंद्रमा पर नहीं दिखाई देता। गणित के अनुसार यह पता लगता है कि चंद्रमा इतना अधिक छोटा है कि यह किसी वायुमंडल को कहीं बाहर निकल जाने से रोक ही नहीं सकता। सभी प्रमाणों और खोजों से यह पता लगता है कि चंद्रमा पर न तो वायुमंडल है और न जल। पृथ्वी पर हम जिन्हें प्राणी मानते हैं उनका चंद्रमा पर अस्तित्व ही नहीं रह सकता। यहाँ कुछ ऐसे कार्य-कलाप दिए जा रहे हैं, जिनसे बच्चे चंद्रमा पर की अवस्थाओं को अच्छी तरह समझ सकते हैं।

चर्चा — **चंद्रमा के ऊपर का भाग कैसा लगता है?**

बच्चों से यह चर्चा छेड़िए कि यदि पृथ्वी पर कोई वायुमंडल न रहे तो यहाँ क्या होगा। यह तो निश्चित ही है कि इस हालत में पृथ्वी पर मनुष्य और अन्य कोई प्राणी जीवित नहीं रह सकता। बिना वायुमंडल के न तो कोई मौसम होगा और न फिर वर्षा ही होगी। बिना वर्षा के अपरदन भी नहीं होता और वायु के बिना ध्वनि भी नहीं होती। बच्चों से कहिए कि वे चंद्रमा पर अन्य प्रकार की अवस्थाओं की कल्पना करें, जहाँ कि वायुमंडल ही नहीं है।

यदि दूरबीन मिल जाए तो बच्चों को पूर्णिमा के चंद्रमा को या इससे एकाध दिन आगे-पीछे के चंद्रमा को इसी की सहायता से दिखाइए। यदि इसे थोड़ा सा आवर्धित देखा जाए (जैसा कि यंत्र से दिखाई देता है) तो चंद्रमा आकाश में चिपटे डिस्क की बजाय, गेंद की तरह दिखाई पड़ता है।

1 (ख). चंद्रमा के धरातल पर पहाड़, गहरे ज्वालामुखी-विवर और सपाट मैदान स्थित हैं

चंद्रमा की ओर देखने से हरेक को दिखाई देगा कि चंद्रमा की कुछ सतह तो अच्छी तरह प्रकाशित है और कुछ मंद रूप से। प्रायः लोग चंद्रमा में आदमी या बुढ़िया की कल्पना करते हैं, जिसका मुँह चंद्रमा के अँधेरे और उजाले क्षेत्रों से बना है। दूरबीन की सहायता से ध्यान से देखने से पता चलेगा कि अँधेरे क्षेत्र चौड़े सपाट मैदान हैं और उजाले हिस्से पर्वत-मालाएँ तथा ज्वालामुखी-विवर हैं। स्पष्ट है कि पर्वतों से जितना अधिक प्रकाश परावर्तित होता है चौड़े सपाट मैदानों से इतना नहीं। नीचे जो प्रयोग बताए गए हैं उनके जैसे काम करने से बच्चों को चंद्रमा की इस विचित्र शक्ल को अच्छी तरह समझने में सहायता मिलेगी।

सामान्य अनुभव

क्या कभी-कभी पहाड़ सपाट मैदानों की अपेक्षा अधिक चमकीले लगते हैं?

बच्चों से किसी प्रातःकाल या संध्या के समय की अवस्था याद करने को कहिए, जिस समय कि पास की किसी पहाड़ी पर अधिक प्रकाश पड़ता दिखाई देता है और मैदानों पर इतना नहीं। चंद्रमा पर भी प्रायः यही अवस्था है। चंद्रमा के पहाड़ चौड़े सपाट मैदानों की अपेक्षा अधिक प्रकाश परावर्तित करते हैं।

यदि कोई कम शक्तिशाली दूर-दर्शक (दूरबीन) या फ़ील्ड ग्लास मिल सके तो उसकी सहायता से बच्चों को चंद्रमा की ओर देखने को कहिए। इस यंत्र से चंद्रमा यद्यपि थोड़ा ही आवर्धित दिखाई देता है किन्तु इतने से ही यह अवश्य दिखाई देगा कि चंद्रमा के अधिक प्रकाशित या उज्ज्वल क्षेत्र पहाड़ और ज्वालामुखी-विवर हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

जब तक 1609 ई० में दूरदर्शक (दूरबीन) नहीं बन गया था तब तक लोग यही समझते थे कि चंद्रमा पर बहुत विशाल महासागर या समुद्र है। चंद्रमा पर जो अँधेरा क्षेत्र दिखाई देता है उसे प्राचीन विद्वान सागर समझते रहे। उसे इन लोगों ने जल का समुद्र या "अमृत का समुद्र" की संज्ञा दी। जब दूरबीन की सहायता से चंद्रमा पर दृष्टि डाली गई, तो पता लगा कि ये लंबे-चौड़े सागर नहीं बल्कि गहरे रंग के पदार्थ के बने मैदान हैं और पहाड़ इनसे हल्के रंग के पदार्थ से बने हैं।

चंद्रमा का हमेशा एक ही भाग पृथ्वी के सामने रहता है। चंद्रमा के पिछले भाग को आज तक कोई सीधा नहीं देख पाया, क्योंकि यह हमेशा पृथ्वी से दूर की तरफ़ रहता है। चंद्रमा पर भी वैसे ही रात और दिन होते हैं जैसे कि प्रायः पृथ्वी पर होते हैं। लेकिन चंद्रमा पर एक दिन और रात मिलाकर पृथ्वी के करीब 30 दिनों के बराबर होते हैं। इसका परिणाम यह होता है कि इतने लंबे दिन में यानी करीब 15 दिन में कोई भी जगह बेहद गर्म हो सकती है। बाद में वही जगह रात पड़ने पर अर्थात् 15 दिन के दौरान बहुत अधिक ठंडी हो सकती है क्योंकि रात भी लगभग इतनी ही लंबी होती है।

क्योंकि चंद्रमा पृथ्वी से बहुत छोटा है इस कारण यह अपने धरातल की वस्तुओं पर बहुत कम गुरुत्वाकर्षण-प्रभाव डाल सकता है। यदि पृथ्वी पर से कोई वस्तु चंद्रमा पर ले जाई जाए तो इसका भार वहाँ पहुँचकर लगभग $\frac{1}{6}$ रह जाएगा।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

गैलीलियो ने दूरदर्शक (दूरबीन) बनाया

क्या आपने कभी दूरबीन से—मामूली किस्म की ही सही—देखा है? क्या आपने इस बात का आनंद लिया कि इसकी सहायता से छोटी चीज़ें कितनी बड़ी-बड़ी दिखाई देती हैं और दूर की चीज़ें कितनी पास दिखाई देती हैं? चंद्रमा, ग्रहों और तारों को देखने के लिए ये यंत्र कितने उपयोगी हैं!

ज्योतिष के अध्ययन के लिए पहले वैज्ञानिकों के पास दूरदर्शक यंत्र नहीं थे। वास्तव में दूरदर्शक यंत्र को बने साढ़े तीन सौ साल से अधिक नहीं हुए। एक विचित्र बात और भी है कि यह कोई नहीं जानता कि पहली बार यह यंत्र किसने बनाया।

इतना ही मालूम है कि 1609 ई० में इटली के प्रसिद्ध वैज्ञानिक गैलीलियो को एक पत्र मिला, जिससे उसे इस बारे में कुछ विचार प्राप्त हुआ। उस पत्र में उसने पढ़ा कि हालैण्ड में एक लैन्स बनानेवाले ने एक सरल-सा यंत्र बनाया है, जिससे दूर की चीज़ें पास दिखाई पड़ती हैं और सीधे की बजाय उल्टी दिखाई पड़ती हैं। कुछ और कहानियों से पता चलता है कि लैन्स बनानेवाले के बच्चों ने यह खोज अकस्मात ही की जब कि वे अपने पिता द्वारा बनाए हुए लैन्सों से

खेल रहे थे। जो कुछ भी हो, गैलीलियो को इससे कुछ विचार मिला।

गैलीलियो बहुत बुद्धिमान व्यक्ति था। वह प्रकाश और लैन्सों के बारे में हालैण्ड के लैन्स बनानेवाले आदमी से कहीं अधिक जानता था। अतः वह यह मालूम कर सका कि हालैण्ड का यंत्र कैसे काम करता होगा और इसमें और क्या सुधार हो सकता है। गैलीलियो ने कई सरल दूरदर्शक बनाए। उसके इन यंत्रों से वस्तुएँ 30 गुना तक निकट दिखाई पड़ने लगीं और बड़ी बात यह थी कि इनसे चीजें उल्टी नहीं दिखाई देती थीं। अतः गैलीलियो विश्व का सबसे पहला दूरबीन-निर्माता तो नहीं कहा जा सकता, किन्तु फिर भी वही ऐसा व्यक्ति था, जिसने खिलौने जैसे यंत्र के विचार विकसित कर एक अत्यंत उपयोगी वैज्ञानिक यंत्र का निर्माण किया।

गैलीलियो ने एक और बात की थी। वह थी यंत्र का वैज्ञानिक कार्यों में प्रयोग। गैलीलियो से पहले साधारण दूरबीनें केवल कुतूहल के लिए और खिलौनों के रूप में ही इस्तेमाल होती थीं। किन्तु गैलीलियो सूर्य, चंद्रमा और ग्रहों के बारे में जानने को बहुत उत्सुक था। इसलिए उसने पहले अपनी दूरबीन का इस्तेमाल आकाश को देखने के लिए ही किया। पहली बार उसने ही देखा कि चंद्रमा पर पहाड़ और ज्वालामुखी-विवर हैं और जिन्हें महासागर समझा गया वे असल में असित शुष्क मैदान हैं। उसी ने पहली बार सूर्य पर धब्बे भी देखे। विद्वानों के लिए यह बड़े आश्चर्य की बात थी, क्योंकि वे तब तक सूर्य को पूर्णतः स्वच्छ मानते थे। उस समय अधिकतर लोग यही मानते थे कि सूर्य, चंद्रमा और तारे सब के सब पृथ्वी के चारों ओर घूमते हैं और आकाश का कोई पिण्ड किसी अन्य पिण्ड के चारों ओर नहीं घूम सकता। किन्तु गैलीलियो ने चार चंद्रमाओं या उपग्रहों को बृहस्पति के चारों ओर घूमते हुए पाया। गैलीलियो ने इस प्रकार की जानकारी के आधार पर यह विचार रखा कि बृह्मांड का केंद्र पृथ्वी नहीं सूर्य है।

आज तो वैज्ञानिकों के पास बड़े-बड़े दूरदर्शक हैं, जो कि करोड़ों प्रकाश वर्षों की दूरी तक आकाश में देख सकते हैं। सबसे बड़ी दूरबीन अमरीका में है। इसके एक विशाल शीशे का व्यास, जो एक लैन्स की जगह काम देता है, पाँच मीटर से भी अधिक है। वैज्ञानिक और भी बहुत प्रकार के यंत्रों का पृथ्वी से बाहर के अंतरिक्ष को खोजने में उपयोग करते हैं। अब तो वैज्ञानिकों को, अब तक का सबसे आश्चर्यजनक यंत्र 'अंतरिक्ष यान' भी उपलब्ध है। इन यानों की सहायता से वे अब तक चंद्रमा, मंगल और शुक्र के बारे में बहुत सी बातें खोज चुके हैं और उनके बहुत से चित्र ले चुके हैं। कुछ ही वर्षों में वैज्ञानिक चंद्रमा पर मनुष्य को भी उतार पाएँगे।

ये सब इस बात के उदाहरण हैं कि मनुष्य वैज्ञानिक यंत्रों की सहायता से अपने देखने की शक्ति को किस प्रकार बढ़ा सकता है। अंतरिक्ष की खोज में गैलीलियो ने सबसे पहले महत्त्वपूर्ण कदम बढ़ाया। यदि वह आज होता तो क्या उसे आश्चर्य न होता कि आज के वैज्ञानिक उससे और कितना आगे बढ़ गए हैं। और कौन जानता है आनेवाले वर्षों में और क्या होने वाला है।

2. ज्वार-भाटा सूर्य और चंद्रमा के पृथ्वी तथा इसके समुद्रों में गुरुत्वाकर्षण प्रभाव से पैदा होते हैं

जो लोग समुद्र के पास रहते हैं वे ज्वार-भाटे के चक्र को भली भाँति जानते हैं। यद्यपि पृथ्वी के भिन्न-भिन्न भागों में ज्वार-भाटे के प्रकार में काफी भिन्नता रहती है फिर भी प्रायः हर $12\frac{1}{2}$ घंटे बाद उच्च ज्वार आता है। कहीं-कहीं इस ज्वार से पानी एक मीटर से कम चढ़ता-उतरता है। कहीं-कहीं उच्च और निम्न ज्वार के मध्य का अंतर 15 मीटर तक या इससे भी अधिक हो जाता है।

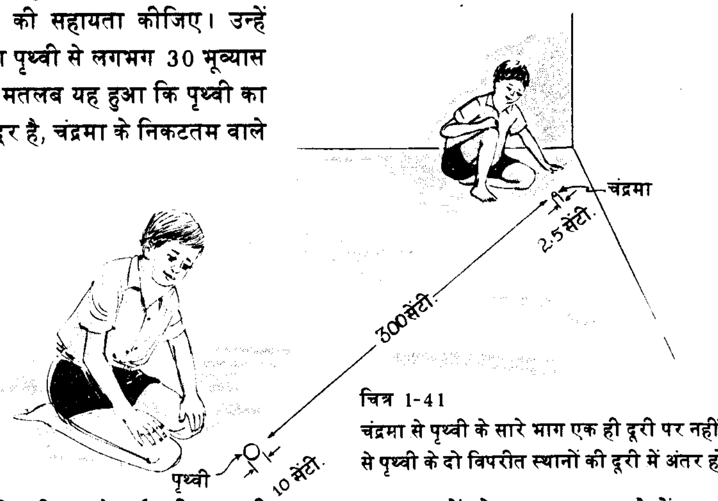
2 (क). सूर्य का ज्वार कारक प्रभाव चंद्रमा की अपेक्षा कम होता है

गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत के कारण सौर मंडल के सभी पिण्ड एक दूसरे को खींचते हैं। कई बार पिण्ड बहुत छोटे होते हैं

और दूरी बहुत अधिक होती है। ऐसी अवस्था में गुरुत्वाकर्षण की शक्ति बहुत क्षीण होती है और उसे मापा नहीं जा सकता। किन्तु चंद्रमा पृथ्वी के बहुत निकट है और इस पर उसका गुरुत्वाकर्षण बहुत प्रबल होता है। सूर्य पृथ्वी से चंद्रमा की अपेक्षा बहुत दूर है, पर सूर्य का द्रव्यमान चंद्रमा से बहुत ही अधिक होता है, इस कारण पृथ्वी पर इसका गुरुत्वाकर्षण प्रभाव चंद्रमा की अपेक्षा बहुत अधिक रहता है। इसके बावजूद भी ज्वार भाटे पर सूर्य की अपेक्षा चंद्रमा का ही प्रभाव अधिक पड़ता है। (इसके आगे के "अच्छी तरह समझने के लिए" वाले भाग को भी देख लें)। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को यह कठिन तथ्य समझने में सुविधा होगी।

चर्चा — **किसी पिण्ड की दूरी से इसके ज्वार के प्रभाव का क्या संबंध है ?**

चित्र 1–41 की तरह पृथ्वी और चंद्रमा का मापी रेखण बनाने में बच्चों की सहायता कीजिए। उन्हें याद दिलाइए कि चंद्रमा पृथ्वी से लगभग 30 भूव्यास की दूरी पर है। इसका मतलब यह हुआ कि पृथ्वी का वह भाग जो चंद्रमा से दूर है, चंद्रमा के निकटतम वाले



चित्र 1-41
चंद्रमा से पृथ्वी के सारे भाग एक ही दूरी पर नहीं हैं। चंद्रमा से पृथ्वी के दो विपरीत स्थानों की दूरी में अंतर होता है।

भाग की अपेक्षा $\frac{1}{30}$ की दूरी पर है। $\frac{1}{30}$ की यह दूरी बहुत महत्त्व की और याद रखने योग्य है।

पृथ्वी का एक इसी प्रकार का स्केल आरेख सूर्य के भी सापेक्ष बनाया जा सकता है। इसके बनाने में बच्चों को पता लगेगा कि सूर्य से पृथ्वी पर के निकटतम और दूरतम स्थानों में केवल $\frac{1}{12,000}$ का अंतर पड़ेगा। इस प्रकार बच्चों को यह अनुभव करने में मदद दीजिए कि इतना सूक्ष्म अंतर होने से पृथ्वी के सभी भाग सूर्य से लगभग एक ही दूरी पर हैं। पर इसकी तुलना में चंद्रमा से पृथ्वी के सारे भाग एक दूरी पर नहीं कहे जा सकते अर्थात् चंद्रमा से पृथ्वी के दो विपरीत स्थानों की दूरी में काफ़ी अंतर होता है।

किसी बच्चे को कहिए कि वह दूसरे बच्चे के एक कान में धीरे से कुछ कहे। क्या सुननेवाला बच्चा बता सकता है कि जिस कान के पास मुँह रखकर दूसरे बच्चे ने कुछ कहा उस कान में शब्द उतने ही ज़ोर से सुनाई दिया जितना दूसरे कान में ? अब दोनों बच्चों को काफ़ी दूर कई मीटर की दूरी पर खड़ा करके यही प्रयोग पुनः करने को कहिए। इन दोनों प्रयोगों को दृष्टि में रखते हुए पास के चंद्रमा और दूर के सूर्य के ज्वार पैदा करनेवाले प्रभाव के बारे में चर्चा कीजिए कि किसका प्रभाव अधिक प्रबल होना चाहिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

अधिकांश लोग सूर्य के ज्वार पैदा करनेवाले प्रभाव और चंद्रमा के ज्वार पैदा करनेवाले प्रभाव की तुलना को नहीं समझते। सूरज के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र का प्रभाव चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र के प्रभाव से 150 गुना अधिक होता है। साथ ही यह भी सही है कि चंद्रमा सूर्य की अपेक्षा दुगुना प्रभावशाली ज्वार उत्पन्न करता है। तो ये दोनों बातें एक साथ कैसे चल सकती हैं—यह अधिकतर लोगों के लिए रहस्य-मय है।

इस बात को समझने के लिए यह आवश्यक है कि हम चंद्रमा से पृथ्वी के निकट वाले भाग और दूर वाले भाग की तुलना करें। पृथ्वी का दूर वाला भाग पास वाले भाग की अपेक्षा चंद्रमा की कुल दूरी के $\frac{1}{30}$ अधिक दूर पड़ता है। इस प्रकार पृथ्वी के पास वाले भाग पर चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण में भी अंतर काफ़ी रहता है। अब सूर्य और पृथ्वी की दूरी की ओर ध्यान दीजिए। सूर्य की ओर पृथ्वी का जो भाग रहता है उसमें और दूसरी ओर अर्थात् दूरवाले भाग की दूरी में कितना अंतर पड़ता है? सूर्य से पृथ्वी की कुल दूरी का केवल $\frac{1}{12,000}$। इसका परिणाम यह हुआ कि पृथ्वी के पास और दूर वाले भागों पर सूर्य की गुरुत्वाकर्षण शक्ति में चंद्रमा की गुरुत्वाकर्षण शक्ति की अपेक्षा विशेष अंतर नहीं है।

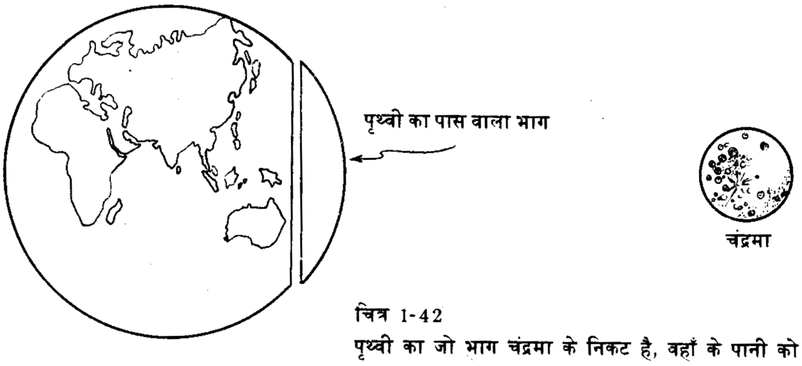
पाँचवीं कक्षा के बहुत से बच्चों को इस बात के समझने में कठिनाई होगी तथा कई बड़ों को भी होगी। यह आवश्यक भी नहीं है कि इस कक्षा के विद्यार्थी गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत की सूक्ष्मताओं को अच्छी तरह समझें ही। बच्चों को अपूर्ण जानकारी देना ही काफ़ी है लेकिन जितना उन्हें समझाया जाए वह सही हो।

2 (ख). चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण पृथ्वी के चंद्रमा की ओर वाले भाग में उच्च ज्वार उठता है।

पृथ्वी की सतह इसके केन्द्र की अपेक्षा चंद्रमा के अधिक निकट है। इसका परिणाम यह है कि पृथ्वी के मध्य या केन्द्र की अपेक्षा चंद्रमा के पास वाली सतह पर चंद्रमा का गुरुत्वा-कर्षण अधिक होता है। वास्तव में चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण पृथ्वी में भी थोड़ा सा उभार आ जाता है, किन्तु गुरुत्वाकर्षण के अंतर का अधिकांश प्रभाव पृथ्वी के पानी पर ही पड़ता है। इसके परिणामस्वरूप पृथ्वी का जल चंद्रमा की ओर खिंचकर ऊपर उठता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को इस उपसंकल्पना को समझने में मदद मिलेगी।

चर्चा | **चंद्रमा अपने निकटतम समुद्रों में उच्च ज्वार कैसे उत्पन्न करता है?**

चित्र 1-42 की तरह का आरेख बनाइए। इस बात पर ध्यान दीजिए कि पृथ्वी के पास वाले भाग पर पानी ऐसा दिखाया जाए मानो वह नीचे के ठोस भूतल से अलग है। अब इस रेखाचित्र में चंद्रमा भी



चित्र 1-42
पृथ्वी का जो भाग चंद्रमा के निकट है, वहाँ के पानी को अपने गुरुत्वाकर्षण से चंद्रमा सीधे खींच लेता है।

बना दीजिए। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि चंद्रमा की गुरुत्वाकर्षण शक्ति पानी को अपनी ओर अधिक खींचती है क्योंकि यह उसके पास है और पृथ्वी के मध्य भाग को इतना अधिक नहीं खींच पाती क्योंकि वह चंद्रमा से दूर है।

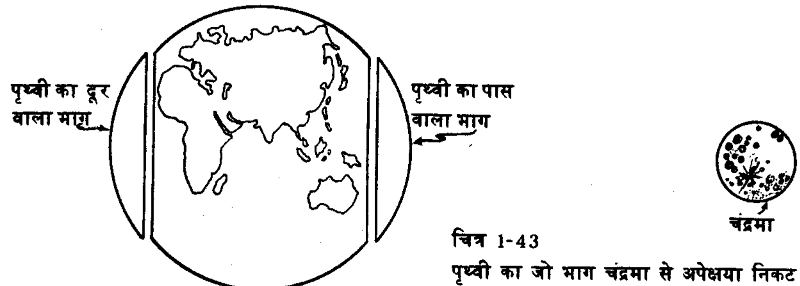
पृथ्वी की सतह से चंद्रमा की दूरी (3,73,500 किलोमीटर) और पृथ्वी के केन्द्रीय भाग से चंद्रमा की दूरी (लगभग 3,80,000 किलोमीटर) की तुलना करने में बच्चों की सहायता कीजिए।

2 (ग). चंद्रमा के दूर वाले पृथ्वी के भाग पर उच्च ज्वार पैदा होता है

ऊपर की उपसंकल्पना में बताया गया है कि कैसे चंद्रमा पृथ्वी की पास वाली सतह को पृथ्वी के मध्य की अपेक्षा अधिक खींचता है। इसी प्रकार पृथ्वी के केन्द्रीय भाग को यह पृथ्वी के अत्यंत दूर वाले भाग की अपेक्षा अधिक खींचेगा। नीचे लिखे प्रयोग से इस बात को बच्चे अच्छी तरह समझ जाएँगे।

चर्चा | **चंद्रमा अपने से सबसे दूर वाले भाग पर उच्च ज्वार कैसे पैदा करता है?**

चित्र 1–43 की भाँति रेखाचित्र बनाइए। महासागर के दो भागों को इस ढंग से दिखाइए मानो वे नीचे की ठोस तली से अलग हों। अब इसमें चंद्रमा भी बना दीजिए। पिछली उपसंकल्पना का पुनर्विलोकन करने के लिए चंद्रमा के निकटतम महासागर को तीन सेण्टीमीटर ऊपर उठता दिखाइए। अब पृथ्वी के मध्य को भी चंद्रमा की ओर दो सेण्टीमीटर उठा हुआ दिखाइए। इस तरह चंद्रमा की ओर से दूर वाला सागर भी उसकी ओर को एक सेण्टीमीटर आएगा। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि चंद्रमा से दूर और पास वाले भागों पर गुरुत्वीय आकर्षण के अंतर के कारण ही वास्तव में दोनों ओर के समुद्र-जल ऊपर को उठ जाते हैं।



चित्र 1-43
पृथ्वी का जो भाग चंद्रमा से अपेक्षया निकट नहीं है वहाँ के पानी को चंद्रमा सबसे कम खींच पाता है।

इस तुलना में बच्चों की मदद करें कि चंद्रमा से पृथ्वी के केन्द्रीय भाग का अंतर कितना (3,80,000 किलोमीटर) है और दूर वाले भाग का अंतर कितना (3,86,500 किलोमीटर) है।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर ज्वार के बारे में जो स्पष्टीकरण दिया गया है वह वास्तव में एक अत्यधिक सरल प्रक्रिया है। पृथ्वी वास्तव में तीन भागों में नहीं बँटी है। इसके अतिरिक्त ऐसा सोचना भी ठीक नहीं है कि ज्वार पृथ्वी के समुद्रों के जल के तनने के कारण उठता है। होता यह है कि स्वतः पृथ्वी कुछ (संभवतः कुछ मीटर) तन जाती है। फिर भी पृथ्वी के समुद्रों पर कुछ असंतुलित बलों का प्रभाव रहता है। पानी तो किसी भी ओर बह सकता है। अतः चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण पानी वास्तव में सागर के कुछ भागों से दूसरे भागों की ओर बहता है। चित्र 1-43 में पानी पृथ्वी के सबसे ऊपर के केन्द्रीय भाग और सबसे नीचे के केन्द्रीय भाग की ओर से दूसरी ओर को बहता है। यह पृथ्वी के आरेख (डायग्राम) के दाएँ और बाएँ भागों की ओर को बहता है।

जो लोग समुद्र तट के पास रहते हैं वे भली भाँति जानते हैं कि ज्वार भाटे से केवल जल की गहराई ही नहीं घटती बढ़ती। वे ज्वार से उत्पन्न होनेवाली धाराओं को भी देखते हैं। कई बार तो ये धाराएँ इतनी प्रचंड होती हैं कि बंदरगाहों और खाड़ियों में खड़े जहाजों के लिए खतरा बन जाती हैं।

2 (घ). प्रति $12\frac{1}{2}$ घंटे में उच्च ज्वार आता है

ऊपर की संकल्पना में दिखाया गया है कि किसी भी समय पृथ्वी के विपरीत भागों में किस प्रकार ज्वार आ रहा होता है। क्योंकि ज्वार चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण पैदा होता है, यह निष्कर्ष स्वाभाविक है कि दोहरे उच्च ज्वार चंद्रमा के पृथ्वी की परिक्रमा के कारण होते हैं। चंद्रमा पृथ्वी का चक्कर करीब 24 घंटे और 48 मिनट में लगाता है। अतः ज्वार करीब $12\frac{1}{2}$ घंटे में उठता है। बच्चों को यहाँ बतलाए गए प्रयोगों से इस संबंध को समझने में मदद दी जा सकती है।

कक्षा प्रायोजना | **जहाँ ज्वार भाटे आते हों वहाँ रहना कैसा लगेगा?**

देश के किसी तटीय स्थान के स्कूल या समाचारपत्र या मौसम कार्यालय को पत्र लिखिए। उनसे कुछ दिनों की ज्वार-तालिकाएँ मँगवाइए। इनसे पता चलेगा कि लगभग हर साढ़े बारह घंटे बाद समुद्र में ज्वार आता है।

बच्चों को याद दिलाइए कि चंद्रमा हर रात करीब 48 मिनट देर से उदय होता है। इसका अर्थ यह है कि चंद्रमा का पृथ्वी की परिक्रमा पूरी करने का समय 24 घंटे 48 मिनट है। अब इसकी और उच्च ज्वारों के बीच के समय की तुलना कीजिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

चंद्रमा के अलावा और भी कई बातें हैं जिनके कारण समुद्र में ज्वार आते हैं। यद्यपि ज्वार उत्पन्न करने में चंद्रमा की अपेक्षा सूर्य का प्रभाव कम पड़ता है तो भी कुछ सीमा तक इसका भी प्रभाव पड़ता ही है। जब सूर्य का गुरुत्वाकर्षण और चंद्रमा का गुरुत्वाकर्षण एक ही दिशा में काम करते हैं तो ज्वार अधिक जोर का होता है। इन्हें 'बृहत्-ज्वार' कहते हैं। फिर भी जब सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी एक ही सीध में नहीं होते तो ज्वार पैदा करनेवाले प्रभाव एक दूसरे को काट देते हैं और इससे 'दुर्बल ज्वार' उठता है। इस प्रकार के ज्वार को 'लघुतम ज्वार' भी कहते हैं।

महासागर के तट की आकृति और किसी स्थान पर उसकी गहराई का भी ज्वार पर प्रभाव पड़ता है। इसके अलावा जल का जड़त्व ऐसा होता है कि चंद्रमा के समुद्र के ठीक ऊपर आ जाने पर भी ज्वार को आने में कई बार मिनटों और घंटों

तक देर हो जाती है।

ज्वारों के परिकलन का कोई सूत्र (फार्मूला) नहीं मालूम होता। आमतौर से यह होता है कि समुद्र तट के नगरों में रहनेवाले लोग ज्वारों के बारे में अपने प्रेक्षणों के आधार पर ही तालिकाएँ बनाते हैं और भविष्यवाणियाँ करते हैं। महासागर के मध्य में जा रहे किसी नाविक को ज्वारों का पता नहीं चलता। उसको पानी सदैव एक ही स्तर पर स्थित प्रतीत होता है।

3. जब चंद्रमा और पृथ्वी सूर्य के साथ एक सीधी रेखा में होते हैं तो ग्रहण होता है।

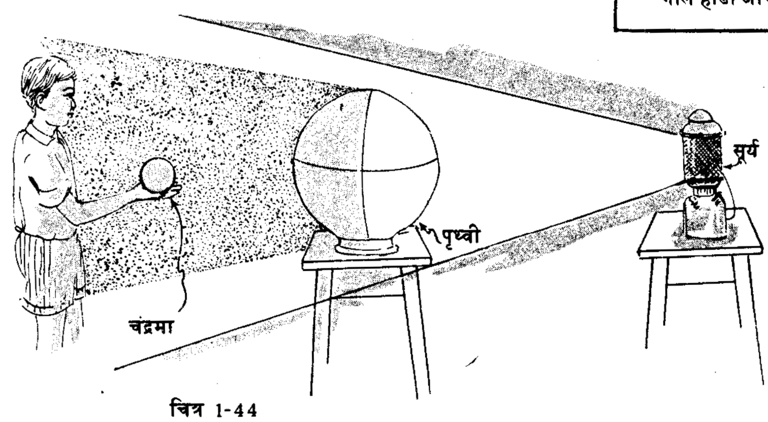
वैज्ञानिक सैकड़ों वर्षों से जानते आए हैं कि ग्रहण किस प्रकार से पड़ता है। उन्हें मालूम था कि चंद्र-ग्रहण वास्तव में पृथ्वी के सूर्य और चंद्रमा के बीच में आ जाने और चंद्रमा पर पड़नेवाले सूर्य के प्रकाश के रुक जाने के कारण होता है। इसी प्रकार उन्हें यह भी मालूम था कि सूर्य-ग्रहण चंद्रमा के सूर्य और पृथ्वी के बीच में आ जाने के कारण होता है। बहुत प्राचीन काल के लोग इस बात को नहीं जानते थे। इसी कारण जब भी ग्रहण पड़ता था तो वे बहुत अधिक चिन्तित हो जाते थे। किन्तु विद्वान लोग इस बात को समझते थे और ग्रहण पड़ने से घबराते नहीं थे।

फिर भी सूर्य या चंद्रमा का ग्रहण अब भी एक मनोरंजक और विस्मययुक्त भीतिजनक दृश्य होता है। छात्रों को ज्यों-ज्यों ग्रहण के कारणों के बारे में जानकारी बढ़ेगी, इस बात से डरने या विस्मय करने की बजाय वे अधिक ज्ञानान्वित होंगे।

3 (क). पृथ्वी की छाया से चंद्र-ग्रहण होता है

सूर्य के सापेक्ष पृथ्वी और चंद्रमा की स्थितियाँ और संचलन इस प्रकार के होते हैं कि कभी-कभी पृथ्वी चंद्रमा और सूर्य के बीच एक ही सीध में आ जाती है। जब ऐसी स्थिति आती है और पृथ्वी सूर्य और चंद्रमा के बीच में होती है तो उस समय पृथ्वी की छाया चंद्रमा पर पड़ने लगती है। इससे चंद्र-ग्रहण हो जाता है। यह बात बच्चों को इस तरह के कामों या प्रयोगों से समझाई जा सकती है।

अन्वेषण	चंद्र-ग्रहण कैसे होता है?	आवश्यक सामग्री प्रकाश के लिए बत्ती, बड़ी गेंद या गोल हाँडी और छोटी गेंद



चित्र 1-44
एक सरल मॉडल से बच्चे चंद्र-ग्रहण का होना समझ जाएँगे।

टॉर्च या गैस की लालटेन (पेट्रोमैक्स) से प्रकाश प्राप्त कीजिए और इसे सूर्य मान लीजिए। बड़ी सी गेंद या मिट्टी की गोल हाँडी की पृथ्वी बनाइए और छोटी गेंद को चंद्रमा मान लीजिए, जिसका व्यास पृथ्वी के व्यास का करीब चौथाई हो। एक विद्यार्थी से कहिए कि छोटी गेंद को लेकर इधर-उधर फिराए ताकि यह पृथ्वी की छाया में आ जाए जैसा कि चित्र 1–44 में दिखाया गया है। यह चंद्र-ग्रहण का एक कच्चा सा मॉडल है।

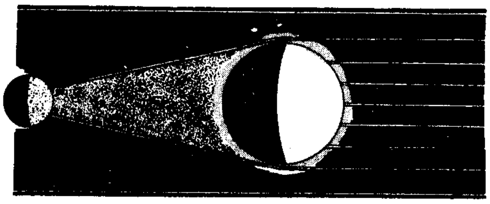
किसी साफ़ निर्मल आकाश वाले दिन या तो प्रातःकाल या संध्याकाल जब सूर्य क्षितिज के पास हो तो किसी बच्चे को किसी छोटे से मकान का चक्कर लगाने को कहिए। वह अधिकतर तो धूप में ही रहेगा पर कभी-कभी छोटे मकान की छाया में आ जाएगा। छाया में आ जाने की स्थिति को 'बच्चे का ग्रहण' कहेंगे।

अच्छी तरह समझने के लिए

पूर्ण चंद्र-ग्रहण के समय भी चंद्रमा दीखता है पर यह गहरे लाल रंग का दिखाई पड़ता है। ऐसा सूर्य के प्रकाश के पृथ्वी के चारों ओर गुज़रने के कारण होता है। जब सूर्य का प्रकाश वायुमंडल में से गुज़रता है तो यह कुछ मुड़ जाता है जिससे चंद्रमा दिखाई पड़ता है जैसा कि चित्र 1–45 में दिखाया गया है। साथ ही इसके वायुमंडल से गुज़रने के कारण इसका नीला और हरा रंग छन जाता है और केवल लाल और पीले रंग बचते हैं, जो चंद्रमा पर पड़ते हैं। यही कारण है कि चंद्र-ग्रहण के समय चंद्रमा गहरे लाल रंग का दिखाई देता है।

3 (ख). चंद्रमा की छाया से सूर्य-ग्रहण होता है

चंद्रमा और पृथ्वी की सूर्य के सापेक्ष स्थितियाँ और संचलन कई बार ऐसे होते हैं कि चंद्रमा पृथ्वी और सूर्य के सीधे बीच में आ जाता है। जब ऐसा होता है तो चंद्रमा सूर्य के कुछ प्रकाश को काट देता है और पृथ्वी पर चंद्रमा की छाया पड़ती है। इससे सूर्य-ग्रहण हो जाता है। नीचे लिखे जा रहे कार्यकलाप की तरह के कार्यकलापों से इस बात को बच्चों को अच्छी तरह समझाया जा सकता है।



चित्र 1-45
पूर्ण चंद्र-ग्रहण के समय चंद्रमा लाल रंग का दिखाई पड़ता है क्योंकि सूर्य की किरणें पृथ्वी के वायुमंडल में से होकर उस तक पहुँचती हैं।

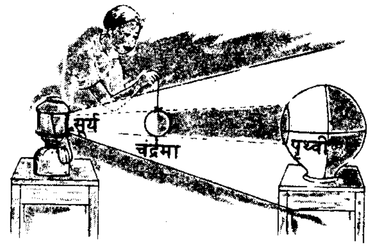
अन्वेषण

सूर्य-ग्रहण कैसे होता है?

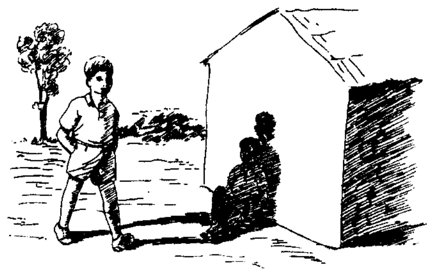
आवश्यक सामग्री
प्रकाश, बड़ी सी गेंद या मिट्टी की हाँडी, छोटी गेंद

टॉर्च या पैट्रोमैक्स को सूर्य के मॉडल के रूप में इस्तेमाल कीजिए। बड़ी गेंद या हाँडी की पृथ्वी बना लीजिए। इसके (पृथ्वी के) करीब एक चौथाई व्यास की छोटी गेंद लेकर उसे चंद्रमा मान लीजिए।

किसी विद्यार्थी से कहिए कि चंद्रमा की गेंद को लेकर बत्ती और पृथ्वी के बीच में इस तरह फिराए कि उसकी छाया पृथ्वी पर पड़े जैसा कि चित्र 1–46 में दिखाया गया है। यही सूर्य-ग्रहण का मॉडल है।



चित्र 1-46
सूर्य-ग्रहण तभी होता है जब चंद्रमा सूर्य की रोशनी को रोक लेता है।



चित्र 1-47
इमारत के पास बैठे हुए बच्चे को इस रूप में एक सूर्य-ग्रहण दिखाई दे रहा है।

किसी दिन प्रातःकाल या सायंकाल एक ऐसा समय चुनिए जब सूर्य क्षितिज के पास उगने या डूबने वाला होता है। आकाश साफ़ होना चाहिए। किसी विद्यार्थी को कहिए कि वह किसी इमारत के इर्द-गिर्द चक्कर लगाए। अधिकतर तो उसकी छाया भूमि पर पड़ेगी पर कुछ स्थितियों में उसकी छाया इमारत पर पड़ेगी। इमारत से देखने वाले व्यक्ति को यह "एक सूर्य-ग्रहण" की भाँति दिखाई पड़ेगा। देखिए चित्र 1-47

अच्छी तरह समझने के लिए

सूर्य-ग्रहण एक साथ सारी पृथ्वी पर कभी नहीं होता। इसका कारण यह होता है कि पृथ्वी पर चंद्रमा की जो छाया पड़ती है वह कुछ ही किलोमीटरों की दूरी तक रहती है। लंबाई में यह छाया डेढ़-दो हज़ार किलोमीटरों की हो सकती है। इस कारण पूर्ण सूर्य-ग्रहण उन थोड़े से लोगों द्वारा ही देखा जाता है जो इस कुछ किलोमीटर चौड़े और डेढ़-दो हज़ार कि॰ मी॰ लंबे मार्ग में रहते हों।

3 (ग). कभी ग्रहण पूर्ण और कभी आंशिक होते हैं।

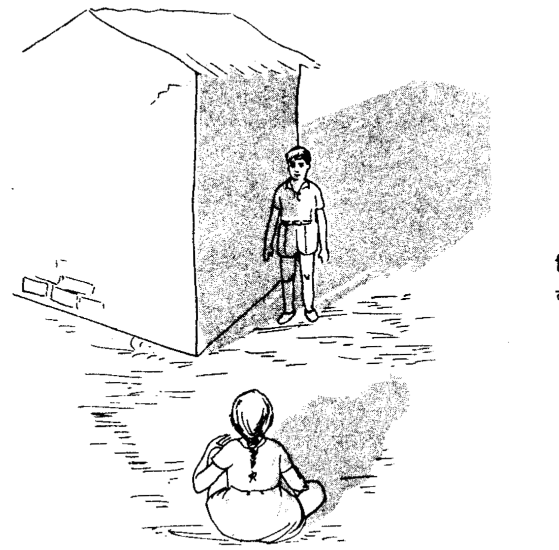
पूर्ण चंद्र-ग्रहण तब होता है जब पृथ्वी के गोले की छाया चंद्रमा को पूरी तरह ढक लेती है। निम्नलिखित प्रयोग जैसे कार्यकलापों से बच्चों को यह बात समझने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण

आंशिक चंद्र-ग्रहण कैसे होता है ?

आवश्यक सामग्री
रोशनी, बड़ी गेंद या हाँडी, छोटी गेंद

चित्र 1–44 की तरह ही सारा काम कीजिए। इस बार किसी बच्चे को चंद्रमा को इस स्थिति में थामने को कहिए कि यह थोड़ा पृथ्वी की छाया में रहे और थोड़ा सूर्य के प्रकाश में रहे। बस यही स्थिति आंशिक चंद्र-ग्रहण की होती है।



चित्र 1-48
लड़की के सम्मुख 'अर्ध प्रकाशित लड़का' बहुत कुछ 'लड़के (चंद्रमा) के आंशिक ग्रहण' के रूप में है।

एक विद्यार्थी को एक इमारत के पास इस तरह खड़ा कीजिए कि उसके शरीर के कुछ भाग पर इमारत की छाया पड़े और कुछ पर धूप जैसा कि चित्र 1-48 में दिखाया गया है। देखनेवाले को अब 'आंशिक ग्रहण' दिखाई पड़ेगा।

देखनेवालों को पूर्ण सूर्य-ग्रहण तभी दिखाई देगा जब चंद्रमा के गोले से सूर्य पूरी तरह ढक जाए। यदि सूर्य पूरी तरह न ढका जाकर आंशिक रूप से ढका जाता है तो आंशिक सूर्य-ग्रहण होता है। यहाँ बतलाए गए कार्यकलापों से इस बात के समझने में बच्चों की मदद की जा सकती है।

अन्वेषण

आंशिक सूर्य-ग्रहण कैसे होता है ?

आवश्यक सामग्री
रोशनी, बड़ी गेंद या हाँडी, छोटी गेंद

चित्र 1–46 के अनुसार फिर से सारी व्यवस्था कीजिए। इस बार किसी विद्यार्थी को कहिए कि वह पृथ्वी पर चंद्रमा की छाया के सिरे पर उँगली रखे। उससे पूछिए कि यदि उँगली के स्थान पर उसकी

आँख होती तो उसे क्या दिखाई पड़ता। अब उँगली के स्थान पर उसकी आँख रखवाइए और पैट्रोमैक्स की बत्ती की ओर देखने को कहिए। उसे बत्ती पूरी नहीं दिखाई देगी क्योंकि उसका कुछ भाग चंद्रमा की गेंद से ढक गया है। अब वह आंशिक सूर्य-ग्रहण का मॉडल देख रहा है।

चित्र 1-49
लड़की सूर्य का एक अंशमात्र ही देख पा रही है, शेष अंश लड़के की छाया से छिपा हुआ है। लड़की के सम्मुख यह बहुत कुछ 'सूर्य-ग्रहण' के समान है।

किसी बच्चे को धूप में खड़ा कीजिए। दूसरे बच्चे को इस तरह खड़ा कीजिए कि उसकी छाया का किनारा पहले बच्चे के चेहरे के आरपार पड़े जैसा कि चित्र 1-49 में दिखाया गया है। अब पहला बच्चा सूरज की ओर देखेगा तो उसे सूर्य की किरणों का आंशिक दर्शन ही होगा। इस स्थिति में वह एक प्रकार से आंशिक सूर्य-ग्रहण देख रहा है।

अच्छी तरह समझने के लिए

जब कभी चंद्र-ग्रहण होता है तो पृथ्वी पर के वे सब लोग जो सूर्य से विपरीत वाले भाग में होते हैं चंद्र-ग्रहण को देखते हैं और यदि बादल न हों तो सबको चंद्र-ग्रहण एक सा ही दिखाई देता है। किन्तु सूर्य-ग्रहण के बारे में ऐसा नहीं है। सूर्य-ग्रहण किसको कैसा दिखाई देगा यह इस पर निर्भर करेगा कि पृथ्वी पर कौन कहाँ से देखता है। किसी भी दिन पृथ्वी के बहुत छोटे से भाग के लोगों को ही पूर्ण सूर्य-ग्रहण दिखाई देता है। इसी तरह थोड़े और लोगों को आंशिक सूर्य-ग्रहण दिखाई देगा। इस प्रकार संसार की बहुत ही थोड़ी जनसंख्या को सूर्य-ग्रहण प्रत्यक्ष रूप से दिखाई दे पाता है।

3 (घ). चंद्र-ग्रहण केवल पूर्णिमा वाली रात्रि को ही होता है

चंद्र-ग्रहण—आंशिक या पूर्ण—ठीक पूर्णिमा को ही पड़ता है—यह मनुष्य पिछले हज़ारों वर्षों से देखता चला आया है। यहाँ बतलाए गए कामों से बच्चों को यह समझ में आ जाएगा कि पूर्णिमा और चंद्र-ग्रहण का यह संबंध सत्य क्यों है।

अन्वेषण	चांद्र चक्र के किस भाग में चंद्र-ग्रहण पड़ता है?	आवश्यक सामग्री रोशनी, बड़ी गेंद या हाँडी, छोटी गेंद

चित्र 1–44 के सारे काम फिर से दोहराइए। जब कि चंद्रमा का मॉडल लगभग पृथ्वी की छाया में हो तो किसी विद्यार्थी से कहिए कि वह पृथ्वी की स्थिति से चंद्रमा को देखे। उसे चंद्रमा इस समय पूरा का

पूरा दिखाई देगा। अब उसको कहिए कि वह एक मॉडल ऐसी स्थिति का उत्पन्न करे जिसमें चंद्र-ग्रहण तो हो किन्तु पूर्णिमा न हो। वह अनुभव करेगा कि ऐसा होना असंभव है।

चित्र 1-50
इस छात्र के सम्मुख छाया से गेंद (चंद्रमा) का ग्रहण बन रहा है।

एक विद्यार्थी को उसका एक हाथ फैलाकर खड़ा कीजिए और इस हाथ में उसे एक गेंद पकड़ा दीजिए। गेंद हाथ में इस तरह रहे कि इस पर उसके सिर की परछाई पड़े। जैसा कि चित्र 1-50 में दिखाया गया है अब विद्यार्थी को यह दिखाई पड़ेगा कि जैसे-जैसे गेंद इस स्थिति की ओर आती है, उसका सूर्य से प्रकाशित भाग पूरी तरह उसके अपने सिर की ओर होता है।

3 (ङ). सूर्य-ग्रहण केवल अमावस्या को ही होता है

जब सूर्य-ग्रहण होता है तो अमावस्या होती है अर्थात् चंद्रमा आकाश में कहीं नहीं दिखाई पड़ता। सूर्य-ग्रहण के कुछ समय पहले और कुछ समय बाद तक चंद्रमा सूर्य के इतने निकट होता है कि वह दिखाई नहीं देता। केवल ग्रहण के दौरान चंद्रमा का अँधेरा भाग पृथ्वी की ओर होता है। नीचे जो काम बताया गया है उसी की तरह के कामों से बच्चों को यह संबंध समझने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण | **चांद्र चक्र के किस भाग में सूर्य-ग्रहण पड़ता है?**

आवश्यक सामग्री
प्रकाश, बड़ी गेंद या हाँडी, छोटी गेंद

चित्र 1–46 के अन्वेषण को दोहराइए। बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि सूर्य-ग्रहण के समय चंद्रमा का प्रकाशित भाग पृथ्वी से विमुख होता है। इसके अलावा चंद्रमा सूर्य की सीध में या करीब-करीब ऐसी ही स्थिति में होता है। इन्हीं कारणों से चंद्रमा सूर्य-ग्रहण के समय और थोड़ा आगे-पीछे दिखाई नहीं पड़ता। यह समय अमावस्या का होता है।

किसी बच्चे को कहिए कि वह हाथ में गेंद पकड़कर इस ढंग से खड़ा हो कि गेंद की परछाई उसके मुँह पर पड़े। उसको यह समझने में मदद कीजिए कि गेंद का प्रकाशित भाग अब पूरी तरह उसकी विपरीत दिशा में है।

3 (च). हर पूर्णिमा या अमावस्या को ग्रहण नहीं पड़ते

विद्यार्थी सूर्य और चंद्र-ग्रहण के कारण को तो समझ जाते हैं पर वे यह नहीं समझ पाते कि ये ग्रहण और भी अधिक बार क्यों नहीं पड़ते। बात यह है कि ग्रहण के लिए सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी का लगभग यथार्थ रूप से एक सीध में होना आवश्यक है। कभी-कभी पूर्णिमा के दिन चंद्रमा पर पृथ्वी की छाया नहीं पड़ पाती अथवा चंद्रमा की छाया पृथ्वी पर नहीं पड़ पाती। नीचे लिखे काम से इस संबंध को समझने में बच्चों को मदद मिलेगी।

अन्वेषण | **मॉडल भू-चंद्र तंत्र के स्केल से क्या सीखा जा सकता है?**

आवश्यक सामग्री
4 सेन्टीमीटर की गेंद, एक सेन्टीमीटर की गेंद, धागा, प्रकाश

एक सेन्टीमीटर के व्यास की गेंद या अन्य कोई मॉडल लीजिए तथा चार सैन्टीमीटर के व्यास की एक और गेंद लीजिए। छोटी गेंद चंद्रमा और बड़ी गेंद पृथ्वी के मॉडल का काम देगी। स्केल संबंध ठीक रखने के लिए इनमें करीब 140 सेन्टीमीटर का अंतर रखिए। एक अँधेरे कमरे में अब सूर्य के प्रकाश के लिए टॉर्च या गैस की लालटेन (पैट्रोमैक्स) लाइए। सूर्य की जगह काम देनेवाली यह बत्ती दोनों गेंदों यानी चंद्रमा और पृथ्वी से कई मीटर की दूरी पर रहनी चाहिए। अब चंद्रमा वाली गेंद को इस ढंग से रखिए कि इसकी परछाईं पृथ्वी पर पड़े, जैसा कि चित्र 1–51 में दिखाया गया है। ऐसी स्थिति प्राप्त करने के लिए

चित्र 1-51
ग्रहण पैदा करने के लिए पृथ्वी और चंद्रमा का सही स्थितियों में होना आवश्यक है।

मॉडल को ठीक से रखने में बच्चों की मदद कीजिए। इसी तरह चंद्रमा और पृथ्वी की गेंदों को इस ढंग से ठहराइए कि उनसे सूर्य-ग्रहण की स्थिति आ जाए। फिर इस बात की ओर बहुत ध्यान देने की आवश्यकता है कि कितनी होशियारी से मॉडलों को रखने से ग्रहण की स्थिति उत्पन्न होती है। इससे यह बात उनकी समझ में आ जाएगी कि हर बार जब पूर्णिमा या अमावस्या आती है तो ग्रहण क्यों नहीं पड़ते।

किसी धूप वाले दिन एक बच्चे को इस तरह से गेंद उछालने को कहिए कि गेंद की परछाईं पृथ्वी पर किसी निश्चित स्थल को पार कर जाए। इससे उसे समझने में मदद मिलेगी कि ऐसा होने के लिए गेंद को एक निश्चित स्थिति में आना आवश्यक है जिससे अमुक निश्चित स्थल पर उसकी छाया पड़ सके। इसी प्रकार जब तक चंद्रमा एक विशेष स्थिति में नहीं आ जाता तब तक ग्रहण नहीं पड़ सकता।

इकाई 2

वायु, जल और मौसम

पहली कक्षा

सामान्य दृष्टि

वायु, जल और मौसम इतनी आम और परिचित चीज़ें हैं कि अधिकांश लोग इनके बारे में सोचते तक नहीं। छोटे बच्चे कभी-कभी यह तक नहीं समझ पाते कि हवा का मतलब केवल रिक्तता या खालीपन नहीं है। फिर भी मनुष्य जल, वायु और मौसम पर कई प्रकार से निर्भर रहता है और दिन में बहुत बार उसे इन चीज़ों की आवश्यकता पड़ती है। इस प्रकार विज्ञान की इस शाखा का स्वाभाविक महत्त्व है। इसके साथ ही ठंडी-मंद बयार और कई प्रकार की वायु और जल तथा मौसम के बदलने से मनुष्य को बड़ा आनंद और सुख भी मिलता है। अतः ये विषय केवल महत्त्वपूर्ण ही नहीं बल्कि मनोरंजक भी हैं। इसी दृष्टि से जलवायु और मौसम का थोड़ा-बहुत विधिवत ज्ञान हर प्राथमिक कक्षा में बच्चों की शिक्षा में अवश्य शामिल किया जाना चाहिए।

पहली कक्षा के स्तर पर बच्चों को इस विचार से परिचित कराया जाता है कि वायु कोई वस्तु—एक वास्तविक व द्रव्यात्मक पदार्थ है। इस कक्षा में बच्चे यह भी सीखते हैं कि मनुष्य के जीवित रहने के लिए हवा बड़ी आवश्यक है और हवा हर जगह विद्यमान है। इसी प्रकार मनुष्य के लिए पानी कितना आवश्यक है यह भी उन्हें इस कक्षा में बताया जाता है और फिर वे देखते हैं कि मौसम हमेशा बदलता रहता है, प्रतिदिन बदलता है, दिन में कई बार बदलता है। वे स्वयं भी मौसम के परिवर्तन के सामान्य पक्षों को बड़े ध्यान से देखने लगते हैं।

इस स्तर के बच्चों को हवा, पानी और मौसम के बारे में विस्तृत वैज्ञानिक अध्ययन भी आवश्यक नहीं है। उनके लिए इतना ही जान लेना काफ़ी है कि ये चीज़ें विद्यमान हैं और महत्त्वपूर्ण तथा दिलचस्प हैं। उन्हें कुछ वैज्ञानिक शब्दों के तत्त्वों का ज्ञान प्राप्त करना चाहिए। सबसे बड़ी बात यह है कि उन्हें अब सब चीज़ों के बारे में मालूम करने का अभ्यास करना चाहिए। देखने या प्रेक्षण करने तथा प्रयोग करने का अभ्यास ही वास्तव में वैज्ञानिक मार्ग है। अध्यापक का उद्देश्य भी मुख्यतः यही होना चाहिए।

1. वायु सर्वत्र विद्यमान है

बड़ों को यह दिखाना सरल है कि हवा का अस्तित्व केवल पृथ्वी के ऊपर वायुमंडल में ही नहीं बल्कि सब जगह है। मिट्टी, भोजन, कपड़े, लकड़ी और यहाँ तक कि पानी में भी वायु है। उन्हें यह जानकर आश्चर्य होता है कि वायु और भी असंख्य स्थानों में रहती है। उनके लिए यह बड़े विस्मय की बात होती है कि वायु ऐसी जगहों में भी रहती है जहाँ उन्हें इसका देखना तो दूर रहा इसके होने का संदेह तक नहीं था। नीचे जो उपसंकल्पनाएँ दी गई हैं उनसे वायु का बहुत-सी जगहों में होना प्रकट होता है। इससे पहले कि बच्चे यह खोजना शुरू करें कि वायु बहुत से स्थानों में रहती है उन्हें यह विश्वास होना चाहिए कि वायु का कुछ अस्तित्व है। केवल 'कुछ न होने का' नाम हवा नहीं बल्कि हवा भी वास्तव में कोई वस्तु है।

1 (क). हवा कोई वस्तु है

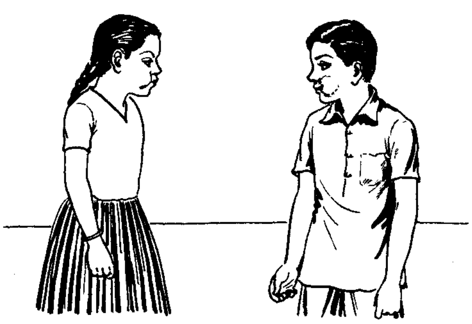
अधिकांश बच्चे यह समझते हैं कि जहाँ पानी आदि और कोई वस्तु नहीं, वहीं वायु है यानी वायु का अर्थ किसी पदार्थ का न होना या रिक्तता है। वे यह नहीं समझते कि खाली जार सच में खाली नहीं होता बल्कि वह हवा से भरा होता है जो कि वास्तव में एक पदार्थ है।

जब बच्चे साँस लेते हैं तो वे वायु अपने फेफड़ों में ले जाते हैं। जब वे साँस छोड़ते हैं तो वे हवा बाहर छोड़ते हैं। यह ठीक है कि फेफड़ों से निकली हवा कुछ बदली होती है किन्तु फिर भी मुख्यतः वह हवा ही होती है। इस बात की जानकारी से बच्चों में हवा से कुछ निजी संबंध जुड़ जाने की भावना आएगी। यहाँ बतलाए गए अनुभवों से बच्चों को वायु की भौतिक वास्तविकता को स्वीकार करने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण | **गाल क्यों फूलते हैं?**

आवश्यक सामग्री
कोई छोटी साफ़ सुपाड़ी या गेंद

बच्चों से कहिए कि चित्र 2–1 की तरह मुँह में हवा भरकर गाल फुलाएँ। उनसे पूछिए कि उनके गाल गेंद की तरह क्यों फूल गए। किसी बच्चे से कहिए कि वह अपने दाँतों से बाहर की ओर कोई साफ़ सी सुपाड़ी या गेंद या गोली अपने मुँह में रखे, जिससे कि इस चित्र की भाँति गाल स्पष्ट रूप से उभरा दिखाई दे। अब बच्चों से पूछिए कि मुँह के भीतर गेंद या सुपाड़ी किस तरह गाल को बाहर निकालने को जोर लगा रही है। उन्हें यह कहने को प्रोत्साहित कीजिए कि बच्चे के मुँह में कुछ है, जो कि गालों को बाहर की ओर दबा रही है। तब तो, जब बच्चे गाल फुलाते हैं तो गालों को बाहर धकेलनेवाली कोई चीज मुँह में अवश्य होनी चाहिए। अब उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि यह चीज़ वायु ही है।



चित्र 2-1
एक बच्चे का गाल हवा भरने से फूला है और दूसरे का मुँह में कुछ ठोस चीज भरने से।

अन्वेषण | **थैला कैसे फूलता है?**

आवश्यक सामग्री
कागज़ का थैला या गुब्बारा

बच्चों से गुब्बारा या कागज़ का लिफाफा मुँह से हवा भरकर फुलाने को कहिए, जैसा चित्र 2–2 में दिखाया गया है। अब उनसे इस बात की चर्चा कीजिए कि लिफाफे या गुब्बारे में से कोई चीज़ बाहर निकलना चाहती है। लेकिन उसके भीतर अभी-अभी जो हवा भरी गई है उसके अलावा और कुछ भी नहीं है। यह बात समझने में उनकी सहायता कीजिए कि हवा ही वह चीज़ है जिससे गुब्बारा या कागज का थैला फूला हुआ है।

चित्र 2-2
थैले और लिफाफे हवा से भरे जा सकते हैं। हवा निस्संदेह कोई वस्तु है।

कागज की चर्खी लीजिए और उस पर किसी बच्चे से फूँक मारने को कहिए। यह घूमने लगेगी। यह कैसे हुआ, यह बतलाने से यह बात स्वतः सिद्ध हो जाती है कि हवा (साँस) कोई द्रव्यात्मक पदार्थ अवश्य है।

इसी चर्खी को चलती हुई हवा के सामने करके दिखाइए। यह घूमेगी। अब इसे स्थिर हवा में लाइए तो यह नहीं घूमेगी। हाँ आगे-पीछे हिलाने पर घूमेगी।

बच्चों का ध्यान साइकिल या मोटरों में भरी जानेवाली हवा की ओर भी ले जाइए। जब टायर में हवा नहीं होती तो यह पिचका रहता है। पर जब इसमें पंप से हवा भरी जाती है तो यह इतना तन जाता है कि भारी से भारी बोझ से भी नहीं दबता। जितनी ही अधिक हवा टायर में भरी जाएगी वह उतना ही अधिक भार उठा सकता है। किन्तु बहुत अधिक हवा भरी जाएगी तो टायर फट भी जाता है। हवा में इतनी शक्ति होती है कि वह टायर को फाड़ भी सकती है। तो जिस हवा में इतनी शक्ति होती है वह कोई वस्तु अवश्य है, केवल खालीपन या रिक्तता का नाम ही हवा नहीं है।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में हवा एक गैस नहीं कई गैसों का मिश्रण है। अधिकांश हवा में करीब $\frac{4}{5}$ भाग नाइट्रोजन गैस होती है। नाइट्रोजन में न तो कोई रंग होता है और न कोई गंध। हमारे फेफड़ों में पहुँचकर भी इसमें कोई परिवर्तन नहीं होता और यह वैसी की वैसी ही बाहर निकल आती है। प्राणियों के लिए सबसे आवश्यक गैस ऑक्सीजन है। यह जीवन के लिए और जलने के लिए भी परमावश्यक है। हवा में लेशमात्र कार्बन डाइऑक्साइड भी होती है। यह हरे पौधों के बढ़ने के लिए जरूरी होती है।

जल वाष्प जो कि एक गैस ही है, वह भी वायु में रहता है परंतु इसकी मात्रा स्थान-स्थान पर भिन्न होती है जोकि स्थानीय मौसम पर निर्भर करती है। इनके अतिरिक्त कुछ और गैसें भी वायु में रहती हैं। कई बार हवा में गंध और ठोस पदार्थों के कण जैसे धुएँ, धूल और पराग भी मिले रहते हैं। बच्चों को ऐसा सोचने के लिए प्रेरित कीजिए कि हवा एक गैस है जिसमें बहुत प्रकार के पदार्थ मिले होते हैं। वे यह धारणा बना सकते हैं कि वायु एक गैस है, जो पानी या तेल जैसे तरल पदार्थों से और लोहे या पत्थर जैसे ठोस पदार्थों से भिन्न होती है।

वायु में भार होता है (यद्यपि यह बहुत कम होता है)। इसका अर्थ यह हुआ कि हवा एक पदार्थ है। क्योंकि इसमें भार होता है अतः यह दबाव भी डालती है। अन्य गैसों की तरह वायु असाधारण रूप से अनेक अणुओं से मिलकर बनी है। ये अणु अत्यंत तीव्र और बेतरतीब रूप से गतिशील रहते हैं। कुछ बच्चों को शायद इन शब्दों और संकल्पनाओं का कुछ कुछ थोड़ा सा परिचय हो। फिर भी सबसे अच्छा यही है कि इस कक्षा में इस तरह के नए शब्दों का प्रयोग न किया जाए। वे जितने शब्द जानते हैं और अपने आप जिनका कक्षा में प्रयोग करें उतने ही रहने दिए जाएँ।

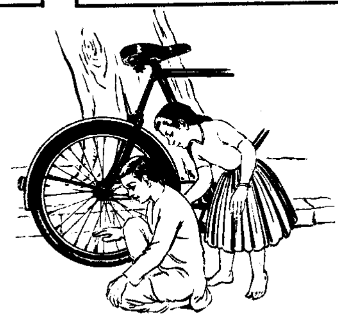
1 (ख). वायु को गतिशील किया जा सकता है

यद्यपि बच्चों को हर जगह इस बात के बहुत से अनुभव मिलते हैं जिनसे पता चलता है कि वायु हरकत करती है, किन्तु बच्चे प्रायः यह नहीं सोचते कि वायु हरकत करती है, बल्कि वह इस तरह की बातों से परिचित हैं जैसे साँस का फूँकना या बयार अथवा हवा। अभी ऊपर यह बताया जा चुका है कि साँस हवा ही है। इस तरह जब वे साँस को बाहर की ओर फूँकते हैं तो वे हवा को चलाते या हरकत देते हैं। इसी तरह वे पंखा हिलाकर हवा को हिलाते या चलाते हैं। बाहर वायुमंडल में ऐसे कई बल हैं जो हवा को चलाकर बयार, आँधी या तूफ़ान पैदा कर देते हैं। यहाँ बतलाए गए प्रयोगों से बच्चों को हवा की हरकत का प्राथमिक प्रमाण दिया जा सकता है।

अन्वेषण

क्या गतिमान वायु से बल पैदा होता है?

आवश्यक सामग्री
साइकिल टायर, हवा भरने का पंप



चित्र 2-3
बच्चे महसूस कर सकते हैं कि साइकिल के टायर से निकलने वाली हवा में बल होता है।

कक्षा में एक साइकिल ले जाइए। जिन बच्चों ने साइकिल की हवा निकलती नहीं देखी उनसे ट्यूब के वाल्व पर हाथ रखवाइए और हवा निकालिए जैसा कि चित्र 2–3 में दिखाया गया है। इस प्रकार वे आसानी से गतिमान हवा के जोर (दबाव) का अनुभव कर सकते हैं। यदि हवा भरने का पंप है तो उससे भी हवा निकाल कर बच्चों को दिखाइए। यदि टायर है तो उसमें दुबारा हवा भरने की व्यवस्था कीजिए।

कक्षा प्रायोजना

आओ पतंग उड़ाएँ

आवश्यक सामग्री
लकड़ी, कागज़, गोंद और पतंग बनाने और उड़ाने की डोरी।

बच्चों से पतंग बनवाकर उड़वाइए। बहुत से बच्चे पतंग उड़ाते ही होंगे। बच्चों के लिए पतंग उड़ाने की प्रतियोगिता भी की जा सकती है। बच्चों को डोरी पकड़वाइए और बताइए कि पतंग की डोरी या रील पर जो जोर पड़ रहा है वह हवा की गति के कारण है। बच्चों को यह समझने में सहायता की जा सकती है कि यह हवा का जोर ही है जो पतंग पर पड़ रहा है और जिससे यह हवा में रुकी रहती है, गिरती नहीं।

सामान्य अनुभव

चलती हवा को कैसे अनुभव किया जाता है?

बच्चों से पूछिए कि जब हवा उनके मुँह पर या हाथों पर टकराती है तो कैसा लगता है। वे प्रायः हवा की ठंडक अनुभव करते हैं। उनकी इस बात में सहायता कीजिए कि वे अपने से टकराने वाली बहती हवा का बल भी अनुभव करें, यद्यपि यह बहुत अल्प होता है।

बच्चों को बड़े पैमाने पर बताइए कि खुली जगह में साधारण और जोर की हवाओं और आँधियों से कितना बल उत्पन्न होता है। बहुत बार तो जोर के तूफ़ानों से इतना अधिक बल उत्पन्न होता है कि जिस पर विश्वास भी नहीं हो सकता।

तिनके या कागज़ के टुकड़ों को हवा से इधर-उधर हिलने दीजिए या फूँक से उड़ाइए। अब बच्चों से इस बात का वर्णन कराइए कि चलती या बहती हुई हवा से जो बल उत्पन्न होता है वह उसके बारे में क्या-क्या जानते हैं।

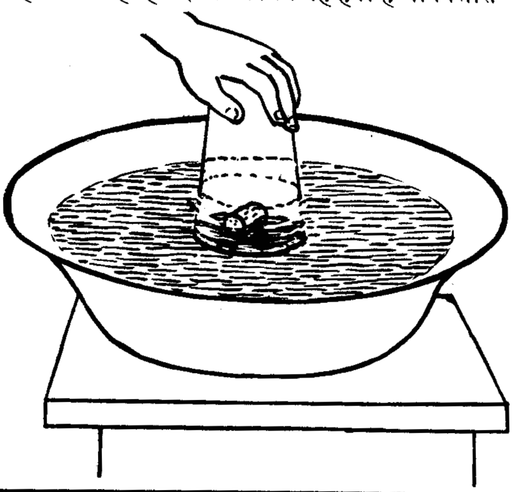
1 (ग). वायु जगह घेरती है

'वायु जगह घेरती है' यह संकल्पना उस संकल्पना से जुड़ी हुई है कि हवा कोई वस्तु है। इसलिए उस भाग के बहुत से प्रयोग यहाँ भी काम आ सकते हैं। उनके अलावा ये दो प्रयोग विशेष रूप से उपयोगी हैं।

अन्वेषण | **क्या वायु जगह घेरती है?**

आवश्यक सामग्री
पानी पीने का शीशे का गिलास, कॉर्क या लकड़ी का टुकड़ा, कड़ाही या बड़ा बर्तन, पानी

पानी पीने के गिलास को उलट दीजिए और इसे चित्र 2–4 की तरह पानी में तैरते हुए किसी कॉर्क या ऐसी ही किसी वस्तु पर उल्टी स्थिति में रखिए। जैसे-जैसे गिलास पानी में नीचे उतरता है वैसे-वैसे बच्चों से कॉर्क की ओर ध्यान देने को कहिए। यह कॉर्क पानी के स्तर के साथ-साथ नीचा होता चला जाता है। बच्चों से पूछिए कि पानी की सतह नीची क्यों होती जा रही है। इसका कारण वह हवा है जो गिलास में बंद थी। यह हवा जगह घेरती है और यही वह वस्तु है जो पानी को नीचे को दबाती है। अब लालटेन की चिमनी लेकर उसके साथ वैसा ही कीजिए जैसा गिलास से किया था। अब चिमनी में भी हवा है, पर क्योंकि यह ऊपर से खुली है इसलिए उसमें गिलास की तरह हवा बंद नहीं रही और जैसे-जैसे चिमनी पानी में डूबती है हवा ऊपर से निकलती जाती है।



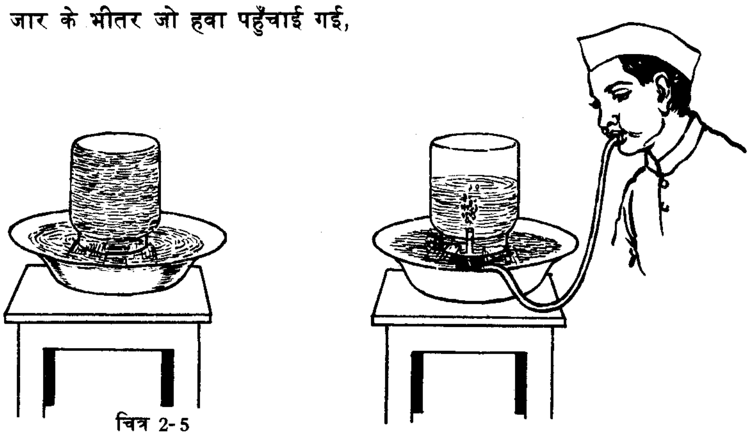
चित्र 2-4
गिलास के भीतर की हवा जगह लेती है। यह गिलास के भीतर जल की सतह को नीचे धकेलती है।

अन्वेषण | **हवा को एक स्थान से दूसरे स्थान पर कैसे हटाया जा सकता है?**

आवश्यक सामग्री
काँच का साफ़ जार, जार को टिकाने के लिए लकड़ी के टुकड़े, कड़ाही का बड़ा बर्तन, 50 सेन्टीमीटर की लचीली नलकी, रंगीन पानी

काँच के साफ़ जार को रंगीन पानी से भरकर लकड़ी के टुकड़ों पर उल्टा करके टिका दीजिए जैसे

कि चित्र 2–5 में दिखाया गया है। (इस समय बच्चों को यह प्रश्न पूछने को प्रोत्साहित मत कीजिए कि बोतल का पानी उलटने पर भी नहीं निकलता क्योंकि इससे आपके मुख्य कार्य की ओर से ध्यान हट जाएगा)। अब लचीली नलकी से जार में हवा फूँकिए। अब बच्चों का ध्यान इस बात की ओर दिलाइए कि पानी जार से बाहर कैसे निकलने लगा। अब उन्हें इस प्रकार समझाइए कि जार के भीतर जो हवा पहुँचाई गई, वह जगह ले लेती है। हवा के जगह ले लेने से पानी बाहर को ढकेला गया। अब यदि सावधानी के साथ हवा को फिर बाहर चूस लिया जाए तो पानी फिर से जार के भीतर आ जाता है। यह इस बात को समझाने के लिए भी अच्छा प्रयोग है कि हवा भी कोई वस्तु है। तुम जार में हवा भर भी सकते हो और निकाल भी सकते हो।



चित्र 2-5
जब काँच के जार में हवा को जाने दिया जाता है तो यह स्थान लेती है। इसके परिणामस्वरूप पानी नीचे को दबता है।

बच्चों से गुब्बारों, कागज के थैलों या प्लास्टिक के लिफाफों में हवा भर कर फुलाने को कहिए। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि यह हवा (साँस) ही है जो इन चीज़ों को फुलाती है।

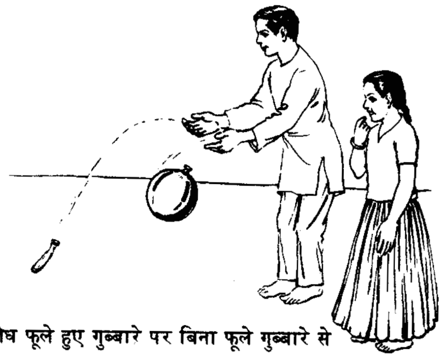
1 (घ). वायु प्रतिरोध करती है

जो वस्तुएँ धीरे-धीरे चलती हैं उन पर हवा का प्रतिरोध बहुत कम होता है। (यदि उन्हें अधिक प्रतिरोध मिले तो बच्चे अधिक अच्छी तरह समझ लेंगे कि वायु कोई वस्तु है)। दौड़ते हुए या साइकिल पर अथवा स्कूटर पर सवारी करते हुए उन्हें हवा के प्रतिरोध का स्वतः अनुभव होता है। साथ ही ये नियंत्रित काम वायु की प्रतिरोधकता की संकल्पना को ग्रहण करने के लिए उपयोगी होते हैं। वायु की प्रतिरोधकता के बारे में समझाने के लिए यहाँ कुछ सरल प्रयोग दिए जा रहे हैं।

अन्वेषण	वायु का प्रतिरोध कैसे दिखाई दे सकता है?	आवश्यक सामग्री रबड़ का गुब्बारा, पतला कागज़

एक बच्चे से कहिए कि वह बिना फूले हुए गुब्बारे को अपने दूसरे साथी की ओर फेंके जो कुछ मीटर की दूरी पर खड़ा हो। अब एक फूले हुए गुब्बारे को फेंकने को कहिए। बच्चों को दोनों की क्रियाओं के अंतर

को प्रेक्षित करने दीजिए। उनको समझाइए कि यह अंतर दोनों गुब्बारों के आकार के कारण पड़ा। यही बात कागज़ के दो बराबर टुकड़ों को फेंक कर दुहराई जा सकती है। एक कागज़ खुला हो और दूसरे की गोली या पुड़िया सी बनी हो।



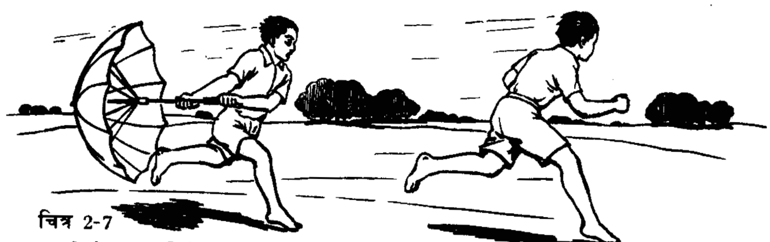
चित्र 2-6
वायु का प्रतिरोध फूले हुए गुब्बारे पर बिना फूले गुब्बारे से अधिक होता है।

अन्वेषण

वायु का प्रतिरोध गति पर कैसा प्रभाव डालता है?

आवश्यक सामग्री
छाता

बराबर जोड़ के दो बच्चों की दौड़ कराइए। एक के हाथ में खुला हुआ छाता हो जिसमें हवा भर सके और दूसरा बिना छाते के दौड़े जैसा चित्र 2–7 में है। बच्चों से दौड़ के परिणाम की चर्चा कीजिए।



चित्र 2-7
छतरी के वायु-प्रतिरोध के कारण एक लड़का दौड़ में हार जाता है।

अन्वेषण

हवा से दौड़ने की गति पर क्या असर पड़ता है?

चित्र 2-8
वायु की दिशा में दौड़नेवाला बच्चा उस बच्चे की अपेक्षा तेज़ दौड़ सकता है जो वायु के प्रतिकूल दौड़ता है।

किसी ऐसे दिन जब जोर की हवा चल रही हो ऐसे दो विद्यार्थी चुनिए जो बराबर की दौड़ लगाते हों। एक को तेज़ हवा के विरुद्ध दौड़ाइए और दूसरे को हवा की दिशा में उतनी ही दूर दौड़ाइए। चित्र 2–8 देखिए। अब दौड़ के परिणाम पर बच्चों के साथ चर्चा कीजिए। उन्हें यह समझाने की कोशिश कीजिए कि जो भी अंतर उन्होंने देखा वह हवा के प्रतिरोध के कारण था।

किसी बच्चे से हवा में अपना हाथ घुमाने को कहिए। अब कोई बड़ा-सा सख्त कागज़ या गत्ता उसके हाथ में पकड़ा कर ऐसा ही करने को कहिए। बच्चों से अंतर का कारण पूछिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऐसी सब चीज़ों को, जो हवा में तेज़ी से दौड़ती हैं, वायु के प्रतिरोध को कम करने के लिए धारारेखित कर दिया जाता है। इसके लिए प्रायः आगे के भाग को हल्का गोल कर दिया जाता है और पीछे के भाग को कुछ पतला-नुकीला। विमान और पक्षी इस बात के बड़े अच्छे नमूने हैं। बंदूक की गोली इसी कारण आगे से गोल बनाई जाती है और कुछ पीछे से थोड़ा नुकीली भी रहती है। मोटर दौड़ करने वाली मोटर कारें और कुछ स्पोर्ट कारें तीव्र गति पर हवा का प्रतिरोध कम करने की दृष्टि से ही इसी शक्ल की बनाई जाती हैं। आमतौर से समझा जाता है कि वर्षा की बूँदें धारारेखित होती हैं। पर यह गलत है। वे लगभग गोल होती हैं।

2. बहुत सी चीज़ों के लिए वायु आवश्यक है

छोटे बच्चे वायु के अस्तित्व को नहीं समझते। हवा हमेशा उनके चारों ओर रहती है और हवा में जो परिवर्तन होते रहते हैं वे दिखाई नहीं पड़ते। इसलिए उन्हें वायु के उन असंख्य उपयोगी कार्यों का पता नहीं चलता, जो नित्य के जीवन और क्रियाओं में निरंतर होते रहते हैं। जिन असंख्य कामों के लिए वायु अनिवार्य है उनमें दो प्रमुख हैं—एक तो साँस लेना और दूसरा आग जलाना। प्रायः इतनी बात तो बच्चे जानते हैं कि वे साँस या हवा लेते हैं और छोड़ते हैं परंतु वे यह नहीं जानते कि भीतर जानेवाली और बाहर निकलनेवाली हवा में क्या परिवर्तन होते हैं। इस बड़ी संकल्पना में बच्चों को यह समझाना आरंभ किया जा सकता है कि हवा केवल सर्वत्र विद्यमान ही नहीं रहती बल्कि बहुत से कामों के लिए अत्यंत अनिवार्य भी होती है।

2 (क). वायु साँस लेने के लिए आवश्यक है

बड़े लोगों को तो यह मालूम होता है कि हवा और इसमें रहनेवाली ऑक्सीजन का जीवित प्राणियों के लिए क्या महत्त्व है। परंतु बच्चे अचेतन रूप से साँस लेते हैं। जब वे हाँफते हैं तब भी वे उसका कारण थकान समझते हैं, यह नहीं समझते कि शरीर में ऑक्सीजन की माँग बढ़ जाने के कारण ऐसा होता है।

पशुओं पर वायु की अनिवार्यता के परीक्षण नहीं करने चाहिएँ, क्योंकि ऐसा करना निर्दयता होगी। कुछ सीमित रूप से बच्चे अपने पर ही इस बात के लिए परीक्षण कर सकते हैं।

अन्वेषण | **शरीर को साँस लेने के लिए क्या चाहिए?**

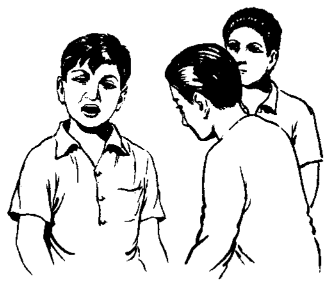
बच्चों से कहिए कि वे करीब 30 सैकंड तक साँस रोक रखें जैसा कि चित्र 2–9 में दिखाया गया है। अब उनका ध्यान इस बात की ओर खींचिए कि वे अब कितनी गहरी-गहरी साँस लेना चाहेंगे। उन्हें

यह समझाइए कि उनके शरीर को वायु की आवश्यकता होती है। यदि शरीर को पर्याप्त मात्रा में हवा नहीं मिलती तो उसे और अधिक साँस लेने की इच्छा होती है। शरीर में इस तरह की प्राकृतिक क्रिया के कारण अचेतन रूप से मनुष्य हवा (ऑक्सीजन) की कमी पड़ने से बचा रहता है।

चित्र 2-9
आधे मिनट तक साँस रोकने पर बच्चे को हवा लेने की बहुत व्याकुलता होती है। वह साँस लेना चाहता है।

अन्वेषण | **तगड़े व्यायाम से साँस पर क्या असर पड़ता है?**

कुछ बच्चों को कुछ मिनटों के लिए दौड़ने या और कोई मेहनत का काम या व्यायाम करने को कहें। इसके बाद उनसे और दूसरे बच्चों से उनकी साँस की ओर देखने को कहिए जैसा कि चित्र 2–10 में दिखाया गया है। कक्षा को इसके परिणाम उसी ढंग से समझाइए जिस प्रकार पिछले प्रयोग में समझाया था।



चित्र 2-10
व्यायाम के बाद बच्चे को अधिक वायु की आवश्यकता होती है। वह जल्दी-जल्दी और गहरी साँस लेता है।

किसी बच्चे को एक कागज़ के थैले में ही एक मिनट तक साँस लेने और छोड़ने दीजिए। यद्यपि वह बराबर साँस ले रहा है पर जल्दी ही उसका दम घुटने लगेगा।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में तो हवा में ऑक्सीजन ही वह वस्तु है, जो प्राणि-जीवन के लिए आवश्यक है। बहुत से लोग यह समझते हैं कि शरीर हवा की सारी ऑक्सीजन खींच लेता है पर यह सच नहीं है। साँस में जानेवाली सामान्य वायु में 21 प्रतिशत ऑक्सीजन होती है। सामान्यतः साँस के साथ बाहर निकली हवा में ऑक्सीजन इससे कम होती है। पर इसकी मात्रा हर मनुष्य के लिए भिन्न और उसके साँस लेने के ढंग के अनुसार बदलती है।

साँस लेने के लिए जो सचेतन इच्छा की जाती है वह ऑक्सीजन की कमी के कारण नहीं बल्कि फेफड़ों में अत्यधिक मात्रा में कार्बन डाईऑक्साइड इकट्ठा हो जाने के कारण होती है। सामान्य रूप से साँस के साथ भीतर जानेवाली वायु में कार्बन डाइऑक्साइड का लेशमात्र (करीब 0.03 प्र॰ श॰) ही होता है जबकि सामान्यतः बाहर निकली

हवा में कार्बन डाइऑक्साइड गैस की मात्रा 1 से 2 प्र० श० तक होती है। जब किसी के फेफड़ों में करीब 2 प्र० श० कार्बन डाइऑक्साइड हो जाती है तो वह साँस लेना चाहता है। जब यह 4 प्र० श० हो जाती है तो आदमी को बड़ी बेचैनी और घुटन महसूस होने लगती है और वास्तव में उसका दम घुटने लगता है।

जब बच्चे यह समझने लगते हैं कि हवा जीवित रहने के लिए बड़ी आवश्यक है तो वे इस बात पर आश्चर्य करते हैं कि मछली पानी में कैसे साँस लेती है। सत्य यह है कि पानी में हवा (या ठीक से कहें तो ऑक्सीजन) घुली रहती है। मछली अपने 'गिलों' पर से बड़ी मात्रा में पानी उतारकर साँस ले लेती है। ये गिल पानी में से ऑक्सीजन सोख लेते हैं, और बेकार की कार्बन डाइऑक्साइड पानी में छोड़ देते हैं।

2 (ख). आग के जलने के लिए हवा जरूरी है

वयस्क लोग अपने अनुभवों या अध्ययन से आग जलने के लिए हवा अर्थात् ऑक्सीजन के महत्त्व को भली भाँति समझते हैं। लेकिन बच्चे यही समझते हैं कि चीजें बस गर्म होने से ही जल उठती हैं। क्योंकि वे हवा को कोई चीज के नाम से नहीं समझते। इस कारण वे जलने में इसकी आवश्यकता को भी महसूस नहीं करते।

जब लकड़ी, कोयला, काग़ज़, मिट्टी का तेल जैसे ईंधन जलते हैं तो वे वायुमंडल की ऑक्सीजन के साथ एक रासायनिक योग करते हैं। छोटे बच्चों के लिए इतना ही ज्ञान होना पर्याप्त है कि जलता ईंधन हवा के साथ मिल जाता है या हवा के कुछ अंश का इस्तेमाल कर लेता है। आग बिना वायु के जल ही नहीं सकती, विशेषरूप से वायु के उस अनिवार्य अंश के बिना जो ईंधन के जलने के लिए जरूरी है। यहाँ बतलाए गए प्रयोगों से आग के लिए हवा की आवश्यकता बच्चों की समझ में आसानी से आ जाएगी।

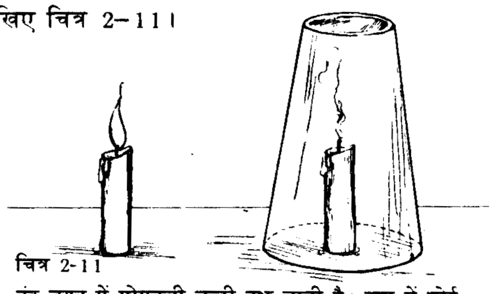
अन्वेषण

मोमबत्ती के जलने के लिए क्या चाहिए?

आवश्यक सामग्री
पानी पीने का काँच का गिलास या काँच का जार, मोमबत्ती, माचिस

गिलास या जार को जलती हुई मोमबत्ती के ऊपर रख दीजिए। यह देख लीजिए कि गिलास के मुँह के किनारे उस मेज पर, जिस पर मोमबत्ती रखी है अच्छी तरह जम जाएँ और हवा भीतर न जा सके। ग़ौर से देखने पर यह मालूम पड़ेगा कि मोमबत्ती की लौ धीरे-धीरे कम होती जा रही है क्योंकि भीतर की वायु धीरे-धीरे जलने में खर्च होती जा रही है। अंत में लौ बिल्कुल बुझ जाएगी। बच्चों से पूछिए कि ऐसा क्यों हुआ और फिर उन्हें इसका कारण समझाइए। उन्हें ऐसा समझने में मदद दीजिए कि मोमबत्ती इस कारण बुझ गई क्योंकि उसने गिलास के भीतर की हवा का आवश्यक अंश खर्च कर लिया। भिन्न-भिन्न आकार के गिलासों या जारों को लेकर यही प्रयोग कई बार कीजिए। बर्तन जितना बड़ा होगा उतनी ही अधिक देर तक मोमबत्ती जलेगी।

बच्चों को यह बात मत बताइए, उन्हें अपने अनुभव से यह बात स्वतः जानने और एक सामान्य धारणा बनाने दीजिए। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि वायु में विद्यमान उस चीज की दृष्टि से, जिसकी लौ को आवश्यकता है, यह बात ठीक कैसे उतरती है। देखिए चित्र 2–11।



चित्र 2-11
बंद जगह में मोमबत्ती जल्दी बुझ जाती है: वायु में कोई वस्तु ऐसी जरूर है जिसकी कमी पड़ने से ऐसा होता है अर्थात् जलने के लिए किसी वस्तु की आवश्यकता है।

बच्चों से कहिए कि वे अपने घरों में चूल्हे में बनाए गए छेदों या खाली जगहों को देखें। ये हवा जाने के लिए बनाए जाते हैं। यदि इन्हें बंद कर दिया जाए तो क्या होता है ?

अच्छी तरह समझने के लिए

बड़े लोग यह तो समझते हैं कि आग के जलने के लिए हवा में से केवल ऑक्सीजन ही चाहिए लेकिन वे अक्सर यह नहीं समझते कि जलने के लिए ईंधन हवा में रहने वाली पूरी ऑक्सीजन न लेकर उसका बहुत कम अंश ही लेते हैं। सामान्यतः हवा में 21 प्र० श० ऑक्सीजन होती है, किन्तु मोमबत्ती की लौ में आधे से भी कम ऑक्सीजन खर्च होती है। वास्तव में किसी बंद जगह में रखी हुई मोमबत्ती जैसे कि उपरोक्त प्रयोग में था, तभी बुझती है जब वहाँ की हवा में ऑक्सीजन शायद 15 प्र० श० ही रह जाती है। भिन्न-भिन्न ईंधन जलने में भिन्न-भिन्न मात्रा में ऑक्सीजन खपाते हैं।

ईंधन के जलने में और पौधों और प्राणियों द्वारा अपने भोजन का प्रयोग करने में बड़े निकट का और मनोरंजक संबंध है। पौधों और प्राणियों दोनों में भोजन की खपत की इस क्रिया को श्वसन प्रक्रम (साँस लेना) कहते हैं। लेकिन इसे फ़ोटोसिन्थेसिस या प्रकाश संश्लेषण नहीं समझ लेना चाहिए। प्रकाश संश्लेषण (फोटोसिन्थेसिस) उस क्रिया को कहते हैं जिसमें हरे पौधे कच्चे पदार्थ (कार्बन डाईऑक्साइड और जल) और सूर्य की किरणों से ऊर्जा लेकर अपना भोजन तैयार करते हैं। साथ ही श्वसन प्रक्रम केवल साँस खींचने और साँस निकालने का ही नाम नहीं है। श्वसन प्रक्रम में भोजन जीवित कोशिकाओं के भीतर ऑक्सीजन से मिल जाता है। इस रासायनिक क्रिया से वह ऊर्जा उत्पन्न होती है जो जीवों को अपना जीवन चलाने के लिए आवश्यक है। हाँ, यह ठीक है कि श्वास क्रिया इतनी तीव्रता से नहीं होती जितनी तीव्रता से ईंधन जलता है और बच्चों को ऐसा मत समझने दीजिए कि उनके शरीर के भीतर भी छोटी-छोटी लपटें विद्यमान रहती हैं। फिर भी आग में घी या और किसी प्रकार की चर्बी का जलना रासायनिक दृष्टि से वैसी ही सामान्य प्रकार की अभिक्रिया है जैसा कि शरीर में वसीय खाद्य पदार्थों और ऑक्सीजन का संयोग होना।

सामान्य ईंधन ही केवल वे चीजे नहीं जिनका वायु की ऑक्सीजन से संयोजन होता है। बहुत से प्रकार के भोजन भी जलते हैं जैसा कि हर रसोइया या गृहणी जानती है। ऐसा इस कारण होता है कि ऊर्जा प्रदान करनेवाले भोजन प्रकृति से ही ईंधन होते हैं। उचित अवस्थाओं के अंतर्गत बहुत सी धातुएँ भी जल सकती हैं। लोहा, ताँबा, सीसा और अन्य धातुएँ अधिक गर्म होने पर जल उठती हैं। लोहे का बहुत बारीक चूर्ण या इस्पात का सूखा चूर्ण भी ज्वाला में रखने से इतनी चिनगारी देता है मानो धातु ही जल रही हो। फोटो के फ्लैश वल्ब में मैगनीसियम का पतला तार (एक धातु) ही होता है जो तनिक देर के लिए इतना तेज प्रकाश पैदा करता है। यह वल्ब के भीतर बंद ऑक्सीजन में जलता है। जब लोहे में जंग लगता है तो इस क्रिया में यह आसपास के ऑक्सीजन से मिल जाता है। इस प्रक्रम में भी ऊर्जा निकलती है पर इतनी मात्रा में नहीं कि हम सब उसे देख सकें। ऊपर ये सब ऑक्सीकरण (ऑक्सीडेशन) के उदाहरण दिए गए हैं। जब यह ऑक्सीकरण काफी तीव्रता के साथ होता है और इससे काफी मात्रा में गर्मी पैदा होती है तो इसे जलना या अधिक उचित रासायनिक भाषा में दहन कहते हैं।

3. जीवन के लिए जल आवश्यक है

बच्चे यह अच्छी तरह जानते हैं कि पीने के लिए पानी की आवश्यकता होती है कुछ बच्चे यह भी समझते हैं कि सफाई और ठंडक के लिए भी पानी चाहिए। फिर भी वे इससे अधिक नहीं जानते। वे यह नहीं जानते कि प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से मनुष्य को किन-किन कामों के लिए पानी की आवश्यकता होती है और पानी इतना अनिवार्य क्यों है। इस प्रमुख संकल्पना

में बच्चे पानी के विविध उपयोगों के बारे में जानना शुरू कर सकते हैं। आगे चलकर ऊँची कक्षाओं में वे इस स्थिति में होंगे कि इस बात की खोज कर सकें कि पानी उतना आवश्यक क्यों है।

3 (क). पानी जीवन के लिए आवश्यक है, पीने के काम आता है।

और बातों की तरह बच्चे पानी पीना एक सामान्य सी बात ही मानते हैं इसके बारे में कुछ सोचते नहीं। वे समझते हैं क्योंकि प्यास लगती है इस कारण या गर्मी और खुश्की के कारण पानी पिया जाता है। इस बात को वे शायद ही सोचते हों कि पानी जीवन के लिए सर्वथा अनिवार्य है।

प्राणियों के साथ तो जल की अनिवार्यता दिखाने का प्रयोग करना ठीक नहीं होगा क्योंकि किसी को प्यासा मारना निर्दयता होगी। फिर भी ऐसी बहुत सी बातें हैं जिनसे छोटे बच्चे इस बात को अनुभव कर सकते हैं कि पानी के बिना प्राणियों का जीवन चल ही नहीं सकता। इन बातों पर कक्षा में चर्चा करके इस संकल्पना को स्पष्ट किया जा सकता है। उदाहरण के लिए:

सामान्य अनुभव | **क्या मनुष्यों और प्राणियों को पानी की आवश्यकता होती है?**

बच्चों को उन्हीं के ऐसे अनुभवों की याद दिलाइए जो कि पानी की आवश्यकता से संबंध रखते हों। क्या वे या उनके माता-पिता बाहर यात्रा पर पानी साथ लेकर जाते हैं? क्या उन्हें अपने जानवरों को पानी पिलाना पड़ता है? क्या उन्हें कोई ऐसी घटना याद है जब उन्हें या उनके जानवरों को पानी न मिल पाने के कारण परेशानी या कष्ट उठाना पड़ा हो? क्या उन्होंने कभी सुना है कि पानी की कमी के कारण पशु प्यासे मर गए?

हर बच्चे से पूछिए कि वह सारे दिन में कितनी बार पानी पीता है।

यह भी पता रखिए कि मटके में से कितना पानी कक्षा के सारे बच्चे प्रतिदिन पी लेते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

इस तरह की चर्चा में भाग लेते हुए बच्चे बहुधा यह जानने के इच्छुक होते हैं कि कुछ जानवर पानी कैसे प्राप्त करते हैं। अधिकतर चौपायों और चिड़ियों को पानी पीते वे देखते हैं, पर कीड़े-मकोड़ों का क्या होता है। कीड़े-मकोड़े प्रायः अपने भोजन में से ही अपना सारा पानी प्राप्त करते हैं। बच्चों को यह भी बताया जा सकता है कि स्वयं उनके (बच्चों के) शरीर की आवश्यकता भर का भी अधिकांश पानी भोजन में से ही मिलता है। जो पानी वे सीधे पीते हैं केवल उससे नहीं। एक और उदाहरण छिपकली का दिया जा सकता है जिसे कभी किसी ने पानी पीते नहीं देखा होगा। वे अपने लिए पानी उन कीड़ों के शरीर से प्राप्त करती हैं, जिन्हें वे खाती हैं या अन्य प्रकार के अपने भोजन से प्राप्त करती हैं। ऊँट को भी अन्य प्राणियों की तरह पानी की आवश्यकता होती है। फिर भी पानी को शरीर की थैली में भर लेने की ऊँट की शारीरिक बनावट इतनी जटिल होती है कि यह कई दिनों तक बिल्कुल जलहीन परिस्थितियों में भी जीवित रह सकता है।

वनस्पति और प्राणियों के लिए पानी इसलिए आवश्यक है कि उनकी समस्त आंतरिक जीवन क्रिया पानी पर ही आधारित है। भोजन और अवशिष्ट पदार्थ पानी में ही घुलते हैं। ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड (ये रक्त के साथ

भी रासायनिक रूप में मिल जाते हैं) पानी में ही घुलते हैं। प्राणियों के ऊतकों में भी अधिकांश पानी ही होता है। अधिकांश प्राणी, जिनमें मनुष्य भी शामिल है, कई दिन तक बिना भोजन के रह सकते हैं। यद्यपि बहुत कुछ परिस्थितियों पर निर्भर करता है, फिर भी वे कुछ घंटों से अधिक या एक-आध दिन से अधिक किसी न किसी रूप में पानी के बिना जीवित नहीं रह सकते।

3 (ख). पानी जीवन के लिए आवश्यक है, वस्तुओं को धोने के काम आता है

कुछ बच्चे धोने के कार्य को माँ-बाप की थोपी हुई एक मुसीबत समझते हैं। कुछ यह समझते हैं कि नहाने-धोने मे गर्मी, पसीने तथा धूल-मिट्टी से मुक्ति मिलती है, पर यह तो कोई भी नहीं समझता कि सफ़ाई और स्वास्थ्य तथा कई बार केवल ज़िंदा रहने के लिए भी नहाना-धोना ज़रूरी है। कई बार ऐसा भी होता है कि खाने-पीने की चीज़ें बिना धुले विषैली बनी रहती हैं। जो मनुष्य नहा-धोकर अपने शरीर को स्वच्छ रखता है वह स्वस्थ रहता है। यदि वह ऐसा नहीं करता तो वह पूर्ण स्वस्थ नहीं रह सकता। साफ़ कपड़े और स्वच्छ घरबार से रहन-सहन अधिक स्वास्थ्यप्रद रहता है। गंदे रहने से ऐसा नहीं होता।

यद्यपि पानी धोने के लिए स्वतः बहुत अच्छा रहता है पर इसमें कुछ और चीज़ें मिलाने से यह और भी कारगर हो जाता है। मैल-मिट्टी पानी से साफ़ होते हैं और रेत या अन्य निखारने-वाली चीजों से भी छुटाए जा सकते हैं। कुछ प्रकार की चीज़ें ख़ासकर तेल और ग्रीज़ का मैल पानी में साबुन मिला कर धोने से छूटता है। यहाँ बतलाए गए प्रयोग से यह बात बच्चों को और अच्छी तरह समझाई जा सकती है।

अन्वेषण — **साबुन से गंदगी कैसे साफ़ होती है?**

आवश्यक सामग्री
ग्रीज़ या तेल, गंदा कपड़ा, साबुन, ठंडा पानी, गर्म पानी

किन्हीं दो बच्चों के हाथ पर कोई चिकनी चीज रखवाइए जैसे कि ग्रीज़ या कोई वनस्पति तेल। एक से कहिए कि वह केवल पानी से धोकर अपना हाथ साफ़ करे। दूसरे को साबुन और पानी से हाथ धोने को कहिए। दोनों का अंतर दिखाइए। इसी प्रकार के प्रयोग दूसरी प्रकार की गंदगी से सने हाथों को ठंडे पानी और गर्म पानी से धुलवाकर कराइए। स्कूल में बच्चों से उनके कपड़ों के गंदे हिस्सों (मिट्टी या तेल या शरीर के मैल से हुए गंदे) को धुलवा कर दिखाइए। कमीज़ों के कफ़ और कॉलर अक्सर जल्दी मैले हो जाते हैं। बच्चों को इन्हीं को धोकर परीक्षण करने दीजिए। इस अन्वेषण से बच्चे बड़ी आसानी से सीख जाते हैं कि कपड़े हल्के गर्म पानी और साबुन से ही सबसे अच्छे धुलते हैं।

बच्चों से पूछिए कि वे क्यों नहाते-धोते हैं (मैल, पसीना, धूल आदि छुड़ाने के लिए या शरीर को ठंडा रखने आदि बातों के लिए)।

बच्चों से यह भी पूछिए कि वे दिन में कितनी बार, कब-कब और कैसे नहाते-धोते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

बच्चे प्रायः दिखाई देनेवाली धूल-मिट्टी के बारे में जानते हैं। लेकिन वे यह नहीं जानते कि इसमें सूक्ष्म जीव—रोगाणु होते हैं जो उनके शरीर के लिए बहुत हानिकारक भी हो सकते हैं। कीटाणु प्रायः तब भी होते हैं जब कि धूल या गंदगी दिखाई भी न देती हो या बहुत कम दिखाई देती हो। साबुन नहाने या धुलाई के लिए इतना कारगर इस कारण से होता है कि यह केवल दिखाई देनेवाली गंदगी को ही साफ़ नहीं करता बल्कि बहुत से कीटाणुओं को भी मारता है।

3 (ग). पानी जीवन के लिए आवश्यक है, भोजन पकाने में काम आता है

कुछ प्रकार से भोजन पकाने में पानी की आवश्यकता नहीं होती जैसे तलने में पानी नहीं चाहिए। लेकिन अधिकतर भोजन पकाने के लिए पानी की बड़ी आवश्यकता होती है। यह तो स्पष्ट है कि खौलाने, भाप में पकाने या और किसी तरह से खाने की चीजें गलाने के लिए पानी अनिवार्य है। किन्हीं और प्रकार की विधियों से भोजन पकाने में पानी का उपयोग इतना स्पष्ट तो नहीं होता पर वह बहुत महत्त्वपूर्ण होता है। उदाहरण के लिए मांस कुछ अंश में अपने ही रस के भाप में भुनता है। अन्न की खील कैसे बनती है ? अन्न के दानों के भीतर जो पानी होता है, वह भाप में बदल जाता है। यह भाप फैलती है और दाने के बाहरी कठोर छिलके को फाड़ देती है।

खाना पकाने में पानी की महत्ता पर चर्चा करते हुए कक्षा में कुछ आसान सी चीजें पकाकर दिखाना अच्छा रहेगा। उदाहरण के लिए:

अन्वेषण

क्या भोजन पकाने में पानी की आवश्यकता होती है ?

आवश्यक सामग्री
पकाने के लिए बर्तन व भोजन, अँगीठी या इसी प्रकार की अन्य कोई वस्तु

कक्षा में आलू या अंडे उबालकर बच्चों को दिखाइए, जो बहुत आसान काम है। यदि संभव हो तो इतनी मात्रा में पकाइए कि सब बच्चों को थोड़ा-थोड़ा बाँटा जा सके और वे कक्षा में पकी वस्तु को चख सकें। अब उन्हें बताइए कि इस तरह या अन्य आम तरीकों से भोजन पकाने में पानी का क्या महत्त्व रहता है।

प्रत्यक्षालाप

पानी से भोजन पकाने में कैसे सहायता मिलती है ?

बच्चों से कहिए कि वे अपने माता-पिता से खाना पकाने के बारे में बातचीत करें या खाना बनाने के ढंग को देखें अथवा अपने माता-पिता की इस कार्य में सहायता करें। जब बच्चे इस बारे में चर्चा करें तो उनकी इस बात के प्रेक्षण में मदद कीजिए कि सामान्य पाक क्रिया में पानी का कितना अधिक महत्त्व है।

जो खाना बच्चे खाते हैं उस पके भोजन की मात्रा और भोजन की मात्रा में तुलना करने में बच्चों की सहायता कीजिए।

दाल, अनाज या ऐसी तरकारियों के नमूने एकत्र करने को बच्चों को कहिए जो प्रायः खाने के पहले पकाए जाते हैं।

•

अच्छी तरह समझने के लिए

भोजन पकाने के कम से कम तीन उद्देश्य होते हैं। पहला—मनुष्यों के लिए भोजन को आसानी से पचने योग्य बना लेना। दूसरा—भोजन को अधिक स्वादिष्ट बनाना। तीसरा—भोजन को रोगाणुहीन करना। जब भोजन आग पर ऊँचे तापमान तक खूब गर्म होता है, तो लगभग हर प्रकार के रोगाणु और संक्रामक जीव मर जाते हैं। पानी और दूध

को इसी कारण उबाल कर पीते हैं कि उसके सब हानिकारक सूक्ष्म जीव मर जाएँ। कुछ मांस जैसे सूअर का मांस तो ऐसा होता है कि यदि उसे अच्छी प्रकार न पकाया जाए तो खानेवाले को भयानक रोग (ट्रिकिनोसिस) हो सकता है।

3 (घ). पानी जीवन के लिए आवश्यक है, पौधों के जीवित रहने के लिए

पेड़-पौधों के लिए पानी की आवश्यकता होती है। इस बात को छोटे-छोटे बच्चे भी अपने व्यक्तिगत अनुभवों से भली प्रकार जानते हैं। विशेष रूप से गाँवों के बच्चे इस बात को अच्छी तरह जानते हैं क्योंकि वे खेतों या बाग-बगीचों में पेड़-पौधों को पानी देते हुए देखते हैं और उस काम में हाथ भी बँटाते हैं। वे अपने माँ-बाप या खेतों में काम करनेवालों दूसरे लोगों को खेतों में पानी देने के लिए पंप से या दूसरे तरीकों से कुओं से पानी निकालते देखते हैं। उन्होंने शायद कभी-कभी अपने बड़ों को पानी की कमी के कारण चिन्तित और परेशान भी देखा हो। फिर भी यह अच्छा होगा कि वनस्पति-जीवन के लिए पानी की आवश्यकता संबंधी बच्चों की अपनी जो कुछ जानकारी होती है, उसे कुछ प्राथमिक अनुभवों से और बढ़ा दिया जाए।

कक्षा प्रायोजना | **क्या पौधों को पानी चाहिए?** | **आवश्यक सामग्री**
गमले आदि में उगाए जाने वाले पौधे, पानी

कक्षा में गमलों आदि में कुछ पौधे उगवाइए। कक्षा के समय में ही बच्चों से पौधों में पानी दिलवाइए। बारी-बारी से सब बच्चों से यह काम करवाइए ताकि उन्हें पौधों की देखभाल का निजी अनुभव प्राप्त हो सके।

अन्वेषण | **क्या पौधों के बढ़ने के लिए पानी चाहिए?** | **आवश्यक सामग्री**
गमलों में एक-जैसे दो पौधे, पानी

कक्षा में दो या अधिक एक जैसे पौधे लेकर प्रयोग कीजिए। एक या एक ही समुच्चय के कुछ पौधों को लेकर उनकी ठीक से सिंचाई कराते रहिए और कब-कब पानी दिया गया इसे नोट करते जाइए। दूसरे समुच्चय के पौधों को ठीक उसी प्रकार रखिए पर उनमें पानी मत डलवाइए। दोनों पौधों में ऐसा अंतर दिखाई देने के लिए अधिक समय नहीं लगेगा जैसा कि चित्र 2–12 में दिखाया गया है। यदि दूसरे समुच्चय के पौधों को बिल्कुल ही सूख जाने से पहले सामान्य रूप से पानी देना शुरू कर दिया जाए तो वे फिर हरे-भरे हो जाएँगे।

चित्र 2-12
साधारण-से अन्वेषण से पता चल सकता है कि पर्याप्त पानी पाने वाले पौधे उन पौधों से स्वस्थ रहते हैं, जिनको पानी पूरा नहीं मिलता।

बच्चों से पूछिए कि उनके घर के पास के कुएँ से पानी कैसे खींचा जाता है और उनसे इसका वर्णन कराइए। अब कुँओं के भिन्न-भिन्न इस्तेमालों की तुलना कीजिए।

3 (ङ). पानी जीवन के लिए आवश्यक है, प्राणियों के जीवित रहने के लिए।

प्राणियों के लिए पानी की प्रत्यक्ष आवश्यकता तो पीने के लिए ही होती है। अतः इस संकल्पना में जो सिद्धांत और प्रयोग बताए गए हैं, वे वही हैं जो इस इकाई के 3 (क) में दिए गए हैं। इसके अलावा प्राणियों के नहाने और उन्हें ठंडक पहुँचाने के लिए भी पानी की आवश्यकता होती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

इसके अलावा प्राणियों के लिए पानी की कुछ और भी आवश्यक्ताएँ हैं, जो इतनी स्पष्ट नहीं होतीं। इनमें से जो मुख्य हैं, उसमें भोजन-शृंखला की संकल्पना निहित है। हरे पेड़-पौधे तो सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा को सीधे भोजन में बदल लेते हैं, किन्तु प्राणी ऐसा नहीं कर सकते। इसलिए प्राणी वनस्पति को खाकर या ऐसे जीवों को जो वनस्पति खाते हैं, खाकर भोजन की ऊर्जा को अप्रत्यक्ष रूप से प्राप्त करते हैं। उदाहरण के लिए अन्न और जंगली घासें सूर्य प्रकाश से सीधे प्रकाश-संश्लेषण द्वारा अपना भोजन प्राप्त कर लेती हैं। बहुत से पक्षी और हिरन अनाज और जंगली पौधे खाकर भोजन की आवश्यकता पूरी करते हैं। जंगली पशु जैसे तेंदुआ और लोमड़ी हिरनों, चिड़ियों आदि को खाकर भोजन ऊर्जा प्राप्त करते हैं। कुछ और बड़े तथा बलवान पशु इन जानवरों को ही खाकर अपनी भोजन-ऊर्जा प्राप्त करते हैं और इस प्रकार यह भोजन-शृंखला आगे चलती चली जाती है। आदमी जब मुर्गाबियों और हिरनों को खाता है तो वह भी इसी भोजन-शृंखला में सम्मिलित हो जाता है। दूसरी ओर शाक, भाजी और अन्य चीजें खाकर भी वह इसी शृंखला को जारी रखता है। कीड़े-मकोड़े प्रायः पानी नहीं पीते। वे अपने भोजन से ही पानी की आवश्यकता पूरी करते हैं। इसी प्रकार घरों में पाई जानेवाली छिपकली जिन कीड़ों को खाती है उनके शरीर से अपनी पानी की आवश्यकता पूरी करती है।

प्राणियों को अपने भोजन के अंश के रूप में तो पानी की आवश्यकता पड़ती ही है किन्तु कुछ जीव और कुछ पौधे ऐसे हैं जो पानी में ही होते हैं। कुछ जीवों को तो पानी में रहने या उसमें तैरने के लिए ही इसकी आवश्यकता पड़ती है।

4. मौसम समय-समय पर और दिन प्रतिदिन बदलता है

यह इस प्रकार का हो सकता है:

क. सूखा या नम

ख. गर्म या ठंडा

ग. धूप या बादलों वाला

घ शांत या जोर की हवाओं वाला

ये चारों उपसंकल्पनाएँ प्रकृति में मिलती हैं और इनका एक दूसरे से घनिष्ठ संबंध है। इसलिए इन सबको यहाँ अलग-अलग न लेकर इकट्ठा ही लिया जा रहा है। इस अनुभाग का उद्देश्य बच्चों को यह अनुभव कराना है कि मौसम में बड़ी विभिन्नताएँ होती हैं।

मौसम में बहुत परिवर्तन होता रहता है। यह परिवर्तन समय-समय के अनुसार ही नहीं होता बल्कि स्थान-स्थान के अनुसार भी होता है। छोटे बच्चे जहाँ रहते हैं वहाँ के मौसम के परिवर्तन को जानते हैं। वे यह भी जानते हैं कि शुष्क मौसम तथा जाड़ों में पानी प्रायः नहीं बरसता। वर्षा के अधिकांश दिनों में पढ़ाई नहीं हो पाती।

परंतु हमारे देश में प्रतिदिन मौसम में इतना परिवर्तन नहीं होता कि वह स्पष्टतः दिखाई दे सके। अध्यापक द्वारा आयोजित प्रयोगों से मौसम के गौण किन्तु महत्त्वपूर्ण परिवर्तनों के बारे में बच्चे जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

चर्चा

मौसम कितने प्रकार के होते हैं?

मौसम के बारे में चर्चा करने के लिए प्रतिदिन के वास्ते कोई एक समय निश्चित कर लीजिए। बच्चों से रोज़ाना उस निश्चित समय पर मौसम के बारे में पूछिए कि आर्द्रता या नमी की दृष्टि से वह कैसा है (सूखा या नम)। तापमान की दृष्टि से कैसा है (गर्म या ठंडा)। आकाश की दृष्टि से कैसा है (धूप या बादल) और वायुमंडलीय संचलन की दृष्टि से कैसा है (शांत या तेज़ हवादार)। उनकी प्रेक्षण-शक्ति, शब्द-ज्ञान और वर्णन-क्षमता को विकसित करने में उनकी सहायता कीजिए। आज के मौसम से कल के मौसम की तुलना करने के लिए उन्हें प्रोत्साहित कीजिए। इसी प्रकार चालू सप्ताह और पिछले सप्ताह के मौसम की भी तुलना करवाइए।

कक्षा प्रायोजना

मौसम कैसे बदलता है?

आवश्यक सामग्री
कैलेण्डर चार्ट बनाने के लिए
बड़ा सा कागज़

कक्षा में एक "मौसम समिति" बनाकर उसे मौसम के बारे में प्रेक्षण करने का काम सौंपिए। अपने प्रेक्षण का एक सरल सा रिकार्ड रखने में उनकी सहायता कीजिए। ऐसा करने के लिए बड़े से कैलेण्डर का उपयोग करना अच्छा रहेगा, जिसमें सप्ताह के दिन और मास की तारीखें दी हुई हों। जैसा कि चित्र 2-13 में दिखाया गया है। इस कैलेण्डर में आर्द्रता, तापमान, आकाश की दशा और वायुमंडलीय संचलन

चित्र 2-13
छोटे बच्चे मौसम का एक आसान कैलेण्डर चार्ट बना सकते हैं।

के बारे में कुछ प्रतीक या सरल रेखाचित्र निश्चित कर लीजिए और इन्हें विभिन्न प्रकार के मौसमों के लिए उपरोक्त कैलेण्डर में प्रयोग करते जाइए। यह प्रायोजना सारे साल भिन्न-भिन्न समितियाँ बनाकर उन्हें बारी-बारी से सौंपी जा सकती है। साथ ही कैलेण्डर और संख्याओं का इस्तेमाल किस प्रकार से किया जाए, बच्चों को यह सिखाने के काम भी आ सकती है। इस प्रयोग का जो परिणाम होगा वह आपके स्थान के साल भर के मौसम का स्थायी रिकार्ड बन जाएगा। इससे भी बढ़कर यह बात होगी कि बच्चे मौसम पर ध्यान देना सीखेंगे और उसकी विविधता से परिचय प्राप्त करेंगे।

बच्चों से कहिए कि वे अपने माता-पिता से जाकर पूछें कि देश के अन्य भागों में मौसम कैसा होता है। शायद कुछ बच्चे कक्षा में ऐसे भी निकलें जो ऐसे स्थानों पर हो आए हों, जहाँ का मौसम बिल्कुल भिन्न हो।

मौसम स्थान-स्थान के अनुसार बदलता है। छोटे बच्चे जो अधिक यात्रा नहीं कर पाते उन्हें इस संकल्पना को समझने में कठिनाई होगी। अतः इस संबंध में अध्यापकों द्वारा आयोजित कामों से उनको मदद मिल सकती है। कक्षा में मालूम कीजिए कि क्या कोई बच्चा ऐसा है जो भारत के किसी दूसरे हिस्से में रह आया हो जहाँ का मौसम काफी भिन्न हो। यदि ऐसा कोई बच्चा हो तो उससे कहिए कि वहाँ के मौसम के बारे में बताए। शायद गाँव-कस्बे में कुछ वयस्क भी ऐसे मिल जाएँ जो देश के अन्य भागों के भिन्न मौसम से परिचित हों। उन्हें भी कक्षा में बुलाकर उनसे भिन्न मौसम के बारे में, उनके अपने अनुभव सुने जा सकते हैं।

बुलेटिन बोर्ड जैसा चित्रों का एक ऐसा संग्रह तैयार कीजिए जिसमें संसार के दूसरे देशों के मौसम की सूचनाएँ दी गई हों। समाचारपत्रों और रेडियो से प्रसारित होने वाले भारत के दूसरे भागों के मौसम संबंधी समाचारों के बारे में खास ध्यान रखिए, जहाँ का मौसम आपके स्थान के मौसम से काफी भिन्न हो। उदाहरण के लिए "बंबई में वर्षा हो रही है" या "पहाड़ों में बर्फ गिर रही है" जैसे समाचार बच्चों के लिए बड़े उपयोगी हो सकते हैं। क्योंकि इनसे उन्हें मौसम की विविधता का पता चल सकता है।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

वैज्ञानिक जानकारी के साधन क्या हैं ?

हम अब तक जल, वायु और मौसम के बारे में पढ़ते आ रहे हैं। इन बातों के बारे में तुम अपने माता-पिता या अपने अध्यापक से भी प्रायः सीखते हो। बड़े लोग तो इन बातों को जानते हैं। उन्होंने कहाँ से सीखी हैं ये बातें? उन्होंने अपने माता-पिता और अध्यापकों से सीखीं। पर सैकड़ों-हज़ारों वर्ष पूर्व यह ज्ञान आखिर कहाँ से आरंभ हुआ। क्या यह वैज्ञानिकों से आया? क्या प्राचीन काल में भारत में या और कहीं पर वैज्ञानिक थे?

हाँ, बहुत-बहुत पुराने जमाने में भी वैज्ञानिक थे। किन्तु ये उन अर्थों में वैज्ञानिक नहीं थे जिनमें हम आज समझते हैं। आज तो हम उन्हीं स्त्री-पुरुषों को वैज्ञानिक मानते हैं जो सारा जीवन विज्ञान पढ़ने, विज्ञान का प्रयोग करने और विज्ञान पढ़ाने में व्यय करते हैं। वास्तव में वे बिल्कुल साधारण लोग थे—वे किसी के माता-पिता, किसान या व्यापारी पूर्णतः वैसे ही आम लोग थे जैसे साधारण लोगों को हम आज देखते, जानते और पहचानते हैं। किन्तु इनमें से कुछ ऐसे थे जो अपने चारों ओर होनेवाली घटनाओं को बहुत गौर से देखते थे। कुछ अपने देखे हुए के बारे में जानने को उत्सुक रहते थे। शायद कई बार वे किसी बात को देखकर स्तब्ध

रह गए होंगे और सोचते रहे होंगे कि ऐसा क्यों है? उन्होंने छोटे-मोटे प्रयोग किए तथा आगे और भी प्रेक्षण किए। यद्यपि वे आम आदमी थे पर वे व्यावसायिक वैज्ञानिकों का ही कार्य कर रहे थे।

आज जितना भी विज्ञान हमारे पास है—साधारण या गूढ़, वह सब मनुष्यों से ही मिला है। यह ज्ञान तुमको अपने बड़ों से मिलता है और जब तुम बड़े होगे तो तुम भी पुस्तकों, समाचारपत्रों आदि से दूसरे बड़े लोगों की तरह ही यह ज्ञान प्राप्त करोगे। पर कहीं न कहीं और कभी न कभी ज्ञान की हर बात किसी न किसी प्रेक्षण और जिज्ञासा के कारण ही सामने आई।

हवा, पानी और मौसम के बारे में काम करते हुए स्वयं तुम को भी कई प्रकार के प्रेक्षण करने के अवसर मिले। तुम जो विज्ञान सीख रहे हो उसके बारे में तुम्हारे पास काफी प्रमाण हैं। इस प्रकार तुम कभी-कभी वह ज्ञान स्वयं विकसित करते हो जो अन्य लोग बहुत पहले ही विकसित कर चुके हैं। इस प्रकार तुम महत्त्वपूर्ण और दिलचस्प वैज्ञानिक जानकारी प्राप्त कर लेते हो। तुम यह भी सीख लेते हो कि वैज्ञानिक लोग विविध विषयों और बातों की खोज कैसे करते हैं। इस कक्षा के स्तर पर तुम भी एक वैज्ञानिक की भाँति कार्य कर सकते हो। तुम प्रेक्षण कर सकते हो, तुम भी चीजों के बारे में जिज्ञासा रख सकते हो और सोच सकते हो। क्या तुम्हें बाल वैज्ञानिक होना अच्छा लगता है?

अच्छी तरह समझने के लिए

मौसम को समस्त वायुमंडलीय परिस्थितियों का एक प्रकार से कुल जोड़ समझना चाहिए। ऊपर जो स्थितियाँ क,ख,ग और घ के अधीन दी गई हैं, वे बहुत ही स्पष्ट हैं किन्तु कई और भी हैं जैसे कि वायु मंडलीय दाब, सापेक्ष आर्द्रता और वर्षा की मात्रा। फिर भी इस अनुभाग का उद्देश्य बच्चों को मौसम के कारणों और भविष्यवाणियों के बारे में विश्लेषणात्मक जानकारी देना नहीं है। केवल मौसम की मुख्य-मुख्य बातों को पहचानना और उसकी विविधता को अनुभव करना ही अभीष्ट है।

कई बार "मौसम" और "जलवायु" शब्द के प्रयोग में धोखा हो जाता है। यद्यपि दोनों का परस्पर संबंध है पर उनके अर्थ एक नहीं हैं। किसी स्थान या समय का मौसम, वहाँ की उस समय की सभी वायुमंडलीय परिस्थितियों का योग होता है। जलवायु में कई सप्ताह या और अधिक समय की सामान्य मौसमी स्थितियाँ आती हैं। उदाहरण के लिए किसी दिन अजमेर में मौसम बरसाती हो सकता है पर वहाँ की जलवायु शुष्क है। इसी प्रकार किसी पहाड़ी स्थान पर किसी दिन मौसम गर्म और आर्द्र हो सकता है पर वहाँ की जलवायु सामान्यतः ठंडी और ताजा रखने वाली होती है।

फिर भी बच्चे निश्चय ही मौसम के कारणों के बारे में पूछेंगे। इसके लिए इस प्रकार के आंशिक उत्तर दिए जा सकते हैं जैसे, 'बादल पानी की नन्हीं-नन्हीं बूँदों (भाप की नहीं) से मिलकर बनते हैं' या 'वर्षा पानी के वाष्प बनकर हवा में उड़ जाने के कारण होती है'। वास्तव में तो मौसम के कारण बड़े जटिल होते हैं और मौसम-विज्ञानी भी अपना सारा जीवन केवल कुछ कारणों को समझने में ही लगा देते हैं। मूलतः सूर्य से निकलने वाली ऊर्जा का नाम मौसम है। इसलिए यह कहा जा सकता है कि सूर्य-एवं-पृथ्वी प्रणाली एक विशालकाय ताप-इंजन है, जिसका एक परिणाम यह होता है मौसम में निरंतर परिवर्तन होता रहता है।

वायु, जल और मौसम

दूसरी कक्षा

सामान्य दृष्टि

मनुष्य पूरी तरह वायु और जल पर निर्भर करता है। अन्य बातों के साथ-साथ हवा के बारे में विशेष बात यह है कि यह आदमी के साँस लेने के लिए और आग जलाने के लिए आवश्यक है। पानी केवल पीने व नहाने के लिए ही नहीं चाहिए, बल्कि पौधों और प्राणियों के बढ़ने तथा अन्य कई कार्यों के लिए भी आवश्यक है। मौसम और मनुष्य का संबंध इतना-सा ही नहीं है कि यह मनुष्य को निजी आनंद या निजी परेशानी देता है, बल्कि मनुष्य खेती, यात्रा और पानी के साधनों के लिए भी मौसम पर निर्भर करता है। इस प्रकार मनुष्य के लिए यह स्वाभाविक ही है कि वह विज्ञान के इन पक्षों का भी अध्ययन करे ताकि वह इन्हें और अधिक समझ सके और इन पर अच्छी तरह नियंत्रण रख सके।

पहली कक्षा के स्तर पर बच्चों ने सीखा है कि वायु भी कोई वस्तु है। यह प्रायः सब जगह है और इसके बहुत से उपयोग हैं। उन्हें पानी के भी कुछ उपयोगों का पता लग चुका है और यह भी कि मौसम में बड़ी विविधता होती है। इस दूसरी कक्षा में वे वायु की संकल्पनाओं के बारे में कुछ सीखना शुरू कर देते हैं जैसे, वायु और वायु में मिली वाष्प, गर्द तथा गंदगी और मनुष्य के रहन-सहन पर इनके प्रभाव। वे सीखते हैं कि तेज चलनेवाली हवा या पवन मौसम का एक अंग है। वे पानी के आम स्रोतों या साधनों के बारे में जानते हैं। पानी में जो अपद्रव्य होते हैं उनके बारे में भी वे जानते हैं। अंत में वे जलचक्र के बारे में जानना शुरू करते हैं और पानी के वाष्प बनने और वर्षा के बारे में भी वे सोचने लगते हैं। इस अध्ययन में वे वायु, जल और मौसम में कुछ महत्त्वपूर्ण अंतर्संबंध देखने लगते हैं।

दूसरी कक्षा के बच्चों पर इस क्षेत्र की अत्यधिक विशेष तथ्यात्मक जानकारी लादने का प्रयत्न नहीं करना चाहिए। इन बातों में जो सामान्य संकल्पनाएँ आ जाती हैं, अध्यापक को उन्हीं पर जोर देना चाहिए। हवा, पानी और मौसम से मनुष्य को जो आनंद और लाभ मिलता है, अध्यापक को उसी की ओर छात्रों का ध्यान खींचना चाहिए।

1. वायु में जल-वाष्प होता है।

सामान्य वायुमंडल में जो गैसें होती हैं वे अपनी प्रचुरता के क्रमानुसार लगभग इस प्रकार होती हैं––नाइट्रोजन 78 प्र०श०, आक्सीजन 21 प्र०श० और आरगन 1 प्र०श०। अन्य गैसें जिनमें कार्बन डाइऑक्साइड भी शामिल है, लेशमात्र ही होती हैं। इसके अलावा वायु में पानी का वाष्प भी रहता है जो अलग-अलग स्थानों पर अलग-अलग मात्रा में होता है। इस खंड में यह प्रयत्न किया जाएगा कि बच्चों को वायु में वाष्प के सम्मिलित रहने की सरल संकल्पना को समझने में सहायता मिले।

1 (क). गीले कपड़े वाष्पन से सूखते हैं

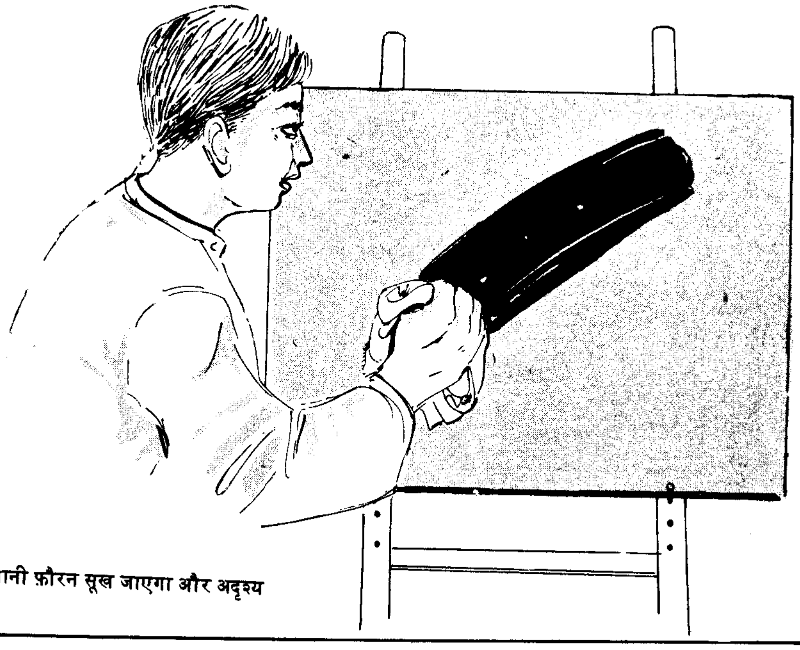
बच्चे सबसे पहले वाष्पन की क्रिया को यदि कहीं देखते हैं तो वह है कपड़ों के सुखाने में। उन्होंने, अपनी माता और अन्य लोगों को कपड़ों को सूखने के लिए फैलाते देखा होगा। बहुत से बच्चे कपड़े सुखाने में अपने बड़ों की मदद भी करते हैं। उन सबको यह भी अनुभव होगा कि कई बार उन्होंने गीले कपड़े पहन लिए होंगे और वे उनके शरीर पर ही सूखे होंगे। अतः कक्षा में इस बात को सीखने के लिए चाहे और कोई प्रयोग करें या न करें।

अन्वेषण	कपड़ों का पानी कैसे सूख जाता है?	आवश्यक सामग्री गीला कपड़ा

कोई कपड़ा भिगोकर उसे सूखने के लिए फैला दीजिए। जब तक यह सूखता रहे तब तक बच्चे इसे छू-छूकर देखते रहें। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि वह पानी जो कपड़े को गीला किए था, वाष्प बन कर हवा में उड़ गया। यह एकदम नहीं होता बल्कि यह धीरे-धीरे होने वाली प्रक्रिया है।

अन्वेषण	क्या इस पानी को वाष्प बनते देख सकते हैं?	आवश्यक सामग्री चाक-बोर्ड, गीला कपड़ा

कक्षा के चाक-बोर्ड को हल्का-सा गीला करने के लिए भीगे कपड़े का इस्तेमाल कीजिए। यह बच्चों के देखते-देखते सूख जाएगा जैसा कि चित्र 2-14 में दिखाया गया है। अब यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि जब पानी की भाप बनती है तो यह पानी कहाँ जाता है और उनको यह विचार स्वीकार करने दीजिए कि इसका अस्तित्व पूर्णतः समाप्त नहीं हो जाता बल्कि यह वायु में मिलकर उसका एक अदृश्य भाग बन जाता है।



चित्र 2-14
कक्षा के चाक-बोर्ड पर पानी फ़ौरन सूख जाएगा और अदृश्य हो जाएगा।

उन्हें इस बात की याद दिलाइए कि उनके शरीर से निकलने वाला पसीना हवा लगते ही सूख जाता है अर्थात पसीने के पानी का वाष्पन होता है।

किसी गरम दिन एक बच्चे से कहिए कि वह अपनी कमीज गीली करके पहन ले और अब देखिए कि कमीज कितनी देर में सूखती है।

बच्चे कभी-कभी ऐसा सोचते हैं कि गीले कपड़े केवल इस कारण सूख जाते हैं कि वे गरम हो जाते हैं। इस बात को उचित रूप से समझने के लिए इस तरह के प्रयोग से मदद मिलेगी।

अन्वेषण

क्या केवल गर्मी से ही कपड़े सूख सकते हैं?

आवश्यक सामग्री
दो गीले कपड़े, प्लास्टिक का थैला

चित्र 2-15
दोनों कपड़े बराबर गर्म हैं किन्तु केवल गर्म होने से ही प्लास्टिक के थैसे के भीतर का कपड़ा नहीं सूखता।

कपड़े के दो बराबर के टुकड़े लेकर उन्हें भिगोकर निचोड़ लीजिए। कपड़े के एक गीले टुकड़े को चित्र 2-15 की तरह लेकर प्लास्टिक के थैले में रख दीजिए, दूसरे को थैले में मत रखिए। दोनों को ऐसी जगह रखिए जहाँ उन्हें बराबर गर्मी पहुँचे। अब बच्चों से पूछिए कि दोनों के क्या परिणाम होंगे। बाद में उनको दिखाया जा सकता है कि उनका कहना कहाँ तक सच निकला। बीच-बीच में उनसे दोनों कपड़ों को छूकर देखने को कहिए कि वे एक से गरम हैं या नहीं। अब उन्हें यह बात समझने में सहायता दीजिए कि प्लास्टिक के थैले में बंद कपड़ा इस कारण नहीं सूख पाया कि उसका पानी हवा में नहीं मिल सका। इसका अर्थ यह हुआ कि यद्यपि गीला कपड़ा गरम था, फिर भी उसका पानी वाष्प नहीं बन सका।

बच्चों को कभी ऐसा भी करके दिखाइए कि यदि हवा में बहुत अधिक नमी न हो तो गीला कपड़ा ठंडे दिनों में भी सूख सकता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में वाष्पन (वाष्प बनना) पानी (या अन्य कोई वस्तु) के तरल रूप से गैस के रूप में बदलने की क्रिया को कहते हैं। जब यह परिवर्तन सारे तरल पदार्थ या द्रव्य में (केवल उसकी सतह पर नहीं) होता है तो इस क्रिया को खौलना कहते हैं। इस परिवर्तन के लिए आवश्यक ऊर्जा ऊष्मा या गर्मी से आती है जो पानी को खौलाती है। यह परिवर्तन कम तापमान पर भी होता है किन्तु केवल पानी की सतह पर ही होता है। वाष्पन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है, इससे इस बात का कोई संबंध नहीं कि किस तापमान पर वाष्पन होता है। सामान्यतः यह ऊर्जा गर्मी से प्राप्त होती है। इस प्रकार पानी के वाष्पन के लिए आवश्यक गर्मी आसपास से खिंचती है और इसलिए यह ठंडा हो जाता है। यही कारण है कि जब कपड़े सूखते हैं तो छूने में ठंडे लगते हैं। इसी प्रकार गर्मी के दिनों में जब पसीना सूखता है तो हमारा शरीर ठंडा हो जाता है।

इस प्रकार यह सिद्ध होता है कि वाष्पन एक गतिक और ऊर्जा खपानेवाला भौतिक प्रक्रम है, कोई स्वतः घटनेवाली घटना नहीं। इससे यह भी परिणाम निकलता है कि यदि पानी को गरम किया जाए (अर्थात इसे गर्मी की ऊर्जा पहुँचाई जाए) तो वाष्पन की गति बढ़ जाती है।

बहती हुई हवा से भी वाष्पन अधिक होता है क्योंकि इससे आसपास की वह हवा जो जल-वाष्प से पूरी तरह भरी होती है जल्दी-जल्दी हटती रहती है। जब भीगी हुई साड़ी को हवा में पकड़कर सुखाया जाता है तो वह बड़ी जल्दी सूख जाती है। इसका यही कारण है कि ऐसा करने से निरंतर सूखी हवा मिलती रहती है और नम हवा हटती रहती है।

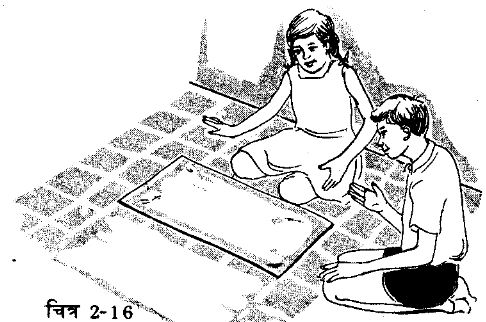
1 (ख). पुताई वाष्पन से सूखती है

भौतिक रूप से, घर में दीवारों पर होनेवाली सफ़ेदी या पुताई के सूखने की क्रिया भी कपड़े के सूखने की तरह ही है। दीवारों पर पोते हुए गीले घोल में से पानी वाष्प बनकर उड़ जाता है और सफ़ेदी दीवार पर चिपकी रहती है। इस बारे में भी बच्चे प्रायः यही समझ लेते हैं कि सफ़ेदी बस "स्वयं सूख जाती है"। उपयुक्त प्रयोगों द्वारा उनको यह समझने में मदद दी जा सकती है।

अन्वेषण

क्या वायु-परिसंचरण से सफ़ेदी जल्दी सूखती है?

आवश्यक सामग्री
बारीक चूना, पानी, कूची या कपड़ा, पुताई के लिए नमूने के रूप में कोई जगह, बक्स या प्लास्टिक का टुकड़ा


चित्र 2-16
जब चारों तरफ हवा बह रही हो तो सफेदी जल्दी सूखती है।

एक ही तरह के और बराबर के दो स्थानों पर सफ़ेदी पोतिए। एक स्थान को हवा में सूखने दीजिए और दूसरे को लकड़ी या गत्ते के डिब्बे या प्लास्टिक के टुकड़े से ढककर बंद कर दीजिए जैसा कि चित्र 2-16 में दिखाया गया है। बच्चों को कहिए कि वे दोनों के सूखने में जो कम और अधिक समय लगे उसकी ओर ध्यान दें और उनको यह समझने में सहायता

दीजिए कि जो स्थान ढका हुआ था उसको सूखने में अधिक समय क्यों लगा। वाष्पन के गतिक प्रक्रम की दृष्टि से भी इस अंतर को समझने में उनकी सहायता कीजिए। इसी अन्वेषण को थोड़ा बदल कर भी दिखाया जा सकता है। इसके लिए एक स्थान को पोत कर धूप में सूखने दीजिए और दूसरे को छाया में।

कक्षा प्रायोजना

सफ़ेदी का प्रयोग कैसे करते हैं?

आवश्यक सामग्री
पिसा हुआ चूना, पानी और कूची या कपड़ा

ऐसी कक्षा प्रायोजना बनाइए जिसमें बच्चे पुताई के लिए सफ़ेदी तैयार करने में सहायता करें और पुताई भी करें। इस बात की ओर उनका ध्यान दिलाइए कि घोल तैयार करने के लिए बारीक चूने में पानी मिलाया जाता है। उन्हें यह समझाइए कि जब सफ़ेदी लगा दी जाती है तो पानी वाष्प बनकर उड़ जाता है। इस प्रयोग का स्कूल के किसी भाग को या बाहर की किसी इमारत को पोत कर भी उपयोग किया जा सकता है, जिससे कि देखने में वह और अधिक अच्छी दिखाई पड़े।

पोती हुई जगह को इस तरह सुखाने की व्यवस्था कीजिए कि उस पर थोड़ी-थोड़ी देर बाद पानी पड़ता रहे। इससे पानी के वाष्प बनने की क्रिया में बाधा पड़ेगी और इससे सफ़ेदी के सूखने में अधिक समय लगेगा।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में सफ़ेदी का सूखना जैसा समझाया गया है, उससे कुछ अधिक जटिल है। हर समझदार प्रेक्षक यह जानता है कि जिस चूर्ण से सफ़ेदी तैयार होती है (बिना बुझा चूना) वह हल्का और अदृढ़ होता है और सतह पर अच्छी तरह नहीं चिपकता। जब इसमें पानी मिला दिया जाता है तो यह गरम हो जाता है और कभी-कभी इसमें गर्मी से उत्पन्न होनेवाले भाप के बुलबुले उठते हैं। इस तरह यह पानी और बुझे चूने का एक पतला सा लेप बन जाता है। जब यह कहीं लगाया जाता है तो बहुत अच्छी तरह चिपक जाता है। बिना बुझे चूने से सफ़ेदी बनने तक के बीच में कुछ रसायनिक परिवर्तन भी होता है लेकिन एक बार घोल बन जाने पर "सूखने" की क्रिया अधिकतर पानी के वाष्पन के कारण से ही होती है। कभी-कभी सफ़ेदी में गोंद की तरह की चिपकने वाली चीजें भी मिला दी जाती हैं। ऐसी हालत में पेण्ट वाष्पन के अर्थ में नहीं सूखता बल्कि पेण्ट के तरल अंश और वायुमंडल की पारस्परिक रासायनिक क्रिया के कारण यह पेण्ट सूखता है। इस क्रिया के उपरांत सतह पर जो बच रहता है वह 'शुष्क पेण्ट' है। यदि इसे "कठोरीभूत पेण्ट" कहा जाए तो बात और अधिक स्पष्ट हो जाएगी।

1 (ग). पानी वाष्प बनकर वायु में मिल जाता है

जल का वाष्प दिखाई नहीं देता। यही कारण है कि विद्यार्थियों को यह समझने में कठिनाई होती है कि वाष्पन का अर्थ केवल पानी के अदृश्य हो जाने से अधिक कुछ और भी है। वे यह नहीं समझ पाते कि पानी वाष्पन के बाद वायु-मंडल में वाष्प के रूप में बना रहता है। बच्चे इस संकल्पना को समझें और स्वीकार करें इसके लिए अध्यापक को बहुत प्रकार के अप्रत्यक्ष प्रमाण देने होंगे और बच्चों की तर्क बुद्धि और समझने की क्षमता पर निर्भर करना होगा।

चर्चा

क्या वायु-परिसंचरण से वाष्पन में सहायता मिलती है?

बच्चों से कहिए कि वे पानी के ऐसे दो नमूनों को बड़े ध्यान से देखें जिनमें से एक हवा में पूरी तरह

खुला हो और दूसरा किसी कागज़ या इसी तरह की किसी और चीज़ से थोड़ा ढका हो। दोनों के परिणामों की तुलना करें (उप-संकल्पना (क) के प्रयोग को देखिए)। उनसे पूछिए कि ढके हुए पानी का वाष्पन धीरे-धीरे क्यों होता है। यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि जो परिबद्ध वायु-स्थान था वह पानी के वाष्प से "भर चुका था" (संतृप्त) तथा उसमें और अधिक वाष्प नहीं समा सकता था। यदि इस स्पष्टीकरण को बच्चे ग्रहण कर लेंगे तो उन्हें इस संकल्पना के समझने में और सहारा मिलेगा कि वाष्पन से पानी हवा में मिल जाता है।

सामान्य अनुभव | **क्या नम मौसम में कपड़े देर से सूखते हैं?**

बच्चों को याद दिलाइए कि वर्षा के दिनों में कपड़े सुखाने की कितनी समस्या रहती है। उनको यह अनुभव कराइए कि उन दिनों हवा में पहले ही वाष्पन के कारण बहुत पानी रहता है और इस तरह हवा सूखे दिनों की अपेक्षा पानी के वाष्प से अधिक "भरी" रहती है। इसी कारण उन दिनों कपड़ों के सूखने (कपड़ों के पानी का वाष्प बनने) में देर और कठिनाई होती है।

सामान्य अनुभव | **वायु में से जल-वाष्प का द्रवण कैसे होता है?**

बच्चों से हवा में से जल-वाष्प की ठंडी सतहों पर द्रवण के दृष्टांत पूछिए (अर्थात ओस का बनना, अतिशीतित पानी के गिलास के बाहरी भाग पर नमी का एकत्र होना) या किसी बच्चे को ठंडी तथा चमकदार चीज़ पर हल्के-हल्के साँस छोड़ने को कहिए। (उपसंकल्पना 1 (घ). के अंतर्गत प्रयोग देखिए)। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि यह पानी हवा में मौजूद जल-वाष्प से ही बना है। इस प्रकार के तर्क से उन्हें इसके समझने में मदद मिलेगी कि वाष्प बनकर पानी हवा में मिल जाता है।

थोड़े-से पेट्रोल या अलकोहल का वाष्पन होने दीजिए। जैसे-जैसे इसका वाष्पन होगा बच्चों को इसकी गंध आने लगेगी, यह अनुभव बच्चों को करने दीजिए। उन्हें समझाइए कि यदि पानी में भी गंध होती तो उसके वाष्पन का भी उन्हें ऐसे ही पता चल जाता।

अच्छी तरह समझने के लिए

अध्यापक के लिए यह समझना अत्यंत आवश्यक है कि पानी तरल रूप में जैसा रहता है वाष्प बनकर गैस रूप में भी वैसा ही बना रहता है। इसमें किसी तरह का परिवर्तन नहीं आता। अंतर केवल इतना होता है कि गैस रूप में जल के अणु (मालीक्यूल) काफी दूर-दूर हो जाते हैं और तरल रूप में अनिवार्यतः एक दूसरे से मिले रहते हैं। किन्तु अणु (H_2O का) वही रहता है चाहे वह तरल पानी में हो या वाष्प पानी में या जमी हुई ठोस बर्फ में।

1 (घ). जल-वाष्प का ठंडी सतहों पर द्रवण हो जाता है

प्रायः सभी बच्चे यह जानते हैं और उन्होंने देख रखा होगा कि बहुत ठंडे पानी का गिलास चारों ओर से नम हो जाता है। कभी-कभी वे कहते हैं कि गिलास को 'पसीना' आ रहा है या पानी 'रिसकर' बाहर आया है। बड़े लोग

तो समझते हैं कि यह वायु में मौजूद जल का वाष्प है, जो गिलास के चारों ओर द्रवित हो गया है, परंतु बच्चे अक्सर यही सोचते हैं कि यह पानी गिलास में से चूकर निकला है। वाष्प का ठंडी सतहों पर द्रवण तो आसानी से दिखाया जा सकता है पर बच्चों को इसके सही कारण के बारे में विश्वास कराना कठिन है। यहाँ बतलाए गए प्रयोग इसमें सहायक हो सकते हैं।

अन्वेषण

ठंडी सतहों पर पानी कहाँ से आता है?

आवश्यक सामग्री
ठंडा रंगीन पानी, काँच का जार या गिलास, चीनी या नमक

ठंडे रंगीन पानी (स्याही, चाय या खाने के काम आनेवाले रंग से रँगा हुआ) को एक साफ़ गिलास में रखिए और पूछिए कि अब क्या होगा। अधिकांश बच्चे यही कहेंगे कि गिलास के चारों ओर पानी जमा हो जाएगा। रंग के बारे में पूछने पर कुछ यह भी कहेंगे कि बाहर आ जाने वाला पानी भी रंगीन होगा। परंतु जब गिलास गीला हो जाए और बाहरी सतह पर का पानी रंगीन न हो तो बच्चों को समझाइए कि इसका यह अर्थ हुआ कि पानी गिलास के भीतर से नहीं आया है। इसलिए पानी निश्चय ही हवा में से आया। इसी प्रयोग में थोड़ा परिवर्तन भी आप कर सकते हैं। रंगीन पानी की जगह मीठा या नमकीन पानी या कोई अन्य सुगंधित पेय ले लीजिए और किसी बच्चे से गिलास के बाहर जमे पानी को चखने को कहिए।

अन्वेषण

क्या गिलास की बाहरी सतह का पानी भीतर से रिसकर निकला है?

आवश्यक सामग्री
ठंडा पानी, काँच का गिलास या जार, सूखा कपड़ा या तौलिया

चित्र 2-17
यह अन्वेषण इस बात को दिखाता है कि जो पानी ठंडे गिलास के बाहर दिखाई देता है वह गिलास के भीतर से नहीं आया। यदि ऐसा होता तो दोनों गिलास बाहर से गीले हो जाते।

एक साफ़ गिलास में ठंडा पानी डालिए। गिलास पर वाष्प के द्रवण से पहले ही सूखे तौलिए को इकहरा या दुहरा करके लपेट दीजिए जैसा चित्र 2-17 में दिखाया गया है। बच्चों से पूछिए कि परिणाम क्या होगा। यदि गिलास के भीतर से रिसकर निकलेगा तब तो तौलिया बहुत जल्दी गीला हो जाना चाहिए। किन्तु वास्तव में कपड़ा करीब-करीब सूखा ही रहेगा। अब इस बात को समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि तौलिया या कपड़ा लिपटा होने के कारण बहुत कम वाष्प मिश्रित हवा ठंडे गिलास को छू सकी। इसी कारण गिलास के चारों ओर पानी नहीं जम पाया।

किसी ठंडी सतह पर साँस लीजिए और उस पर द्रवित नमी को देखिए।

1 (ङ). जल वाष्प की मात्रा ऋतुओं के अनुसार बदलती रहती है

जाड़ों के दिनों में वायु में वाष्प बहुत कम रहती है। इस कारण वाष्पन बड़ी तेजी से होता है। बरसात के फौरन बाद या पहले वायुमंडल में वाष्प बहुत रहती है इसलिए वाष्पन बड़े धीरे-धीरे होता है। वाष्पन की गति में अंतर मुख्यतः हवा में वाष्प की मात्रा (आर्द्रता) के अंतर के कारण होता है।

बच्चे भिन्न-भिन्न ऋतुओं के तापमान के अंतर को तो अधिक देख सकते हैं पर आर्द्रता के अंतर को वे इतना नहीं समझ सकते। छोटे बच्चों के लिए एक ऋतु से दूसरी ऋतु तक की लंबी अवधि में किसी प्रकार का कारगर प्रयोग करते रहना कठिन है। फिर भी अध्यापक बच्चों को ऐसी बातों की याद दिला सकता है जो सभी ने देखी हों और अनुभव की हों और बच्चों को यह समझने में मदद दे सकता है कि इनका संबंध आपेक्षिक आर्द्रता (अर्थात् वायु में जल वाष्प कितनी प्रचुर मात्रा में मौजूद है) से है।

सामान्य अनुभव — **क्या कपड़े सर्दियों में जल्दी सूखते हैं?**

बच्चों से कहिए कि याद करके बताएँ कि सर्दियों के दिनों में कपड़े जल्दी सूखते हैं या बरसात के दिनों में। इसी प्रकार वे यह भी बता सकते हैं कि उन्हें बरसात के दिन अधिक अच्छे लगते हैं या जाड़े के। थोड़ी-सी ही चर्चा से यह बात सामने आ जाएगी कि चाहे कपड़े हों चाहे आदमी, सर्दियों के दिनों में ही वे अधिक सूखे रहते हैं। किन्तु बच्चे यह पहले से ही जानते हैं कि ठंडे दिनों की अपेक्षा गर्म दिनों में वाष्पन अधिक होता है। इसका यह मतलब होगा कि कपड़े और आदमी गर्मियों के दिनों में और भी जल्दी सूखते हैं। अब बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि बरसात की ऋतु में कपड़े या मनुष्य का शरीर इसलिए जल्दी नहीं सूखता कि वायु पहले ही जल-वाष्प से "भरीपूरी" (लगभग संतृप्त) होती है इसलिए और अधिक पानी का वाष्पन सरलता से नहीं हो सकता।

उन्हें यह भी बताइए कि बरसात के पहले के बाद के दिनों के अलावा और किसी ऋतु में शरीर पसीने से चिपचिपाता नहीं है। जब वाष्प बनने के लिए हवा में पानी न हो या बहुत कम हो तो वायु काफी सूखी हो जाती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

मौसम विज्ञानी वायुमंडल में जल-वाष्प की मात्रा को आपेक्षिक आर्द्रता के नाम से पुकारते हैं जो प्रतिशत में बताई जाती है। आपेक्षिक आर्द्रता वायु के किसी नमूने में विद्यमान जल की मात्रा को जल की उस मात्रा से भाग देने से निकलती है जो तापमान और दाब की उन्हीं परिस्थितियों में उस वायु में समा सकती है। सर्दियों के मानसून में आपेक्षिक आर्द्रता 25 प्रतिशत या इससे भी कम हो सकती है विशेष रूप से बहुत सूखे प्रदेशों में। किन्तु बरसात से कुछ पहले या बरसात के दिनों में आपेक्षिक आर्द्रता 90% या अधिक भी हो सकती है। इस ऋतु में कपड़े सूखना दूभर हो जाता है। लोगों को बहुत पसीना आता है क्योंकि गर्मी अधिक होती है। साथ ही पसीने का वाष्पन बहुत धीरे-धीरे होता है क्योंकि आपेक्षिक आर्द्रता काफी ऊँची होती है।

2. वायु में धूल के कण और धुआँ रहता है

यद्यपि अधिकांश वायुमंडल गैसों का बना होता है फिर भी कुछ द्रव्य और कुछ ठोस पदार्थ हवा में निलंबित रहते हैं। द्रव तो पानी की लघु बूँदें ही होती हैं जिनसे बादल और कोहरा बनते हैं। ठोस पदार्थ धुआँ, धूल और पराग हो सकते हैं। वायुमंडल की ऊँची परतों में कुछ बादलों में बर्फ़ के कण भी रहते हैं। अधिकतर ये कण इतने छोटे और हल्के होते हैं कि वे गिर नहीं पाते बल्कि वायुमंडल की निरंतर हरकत से वे इधर-उधर उछलते फिरते हैं।

2 (क). वायु में धूल के कण रहते हैं

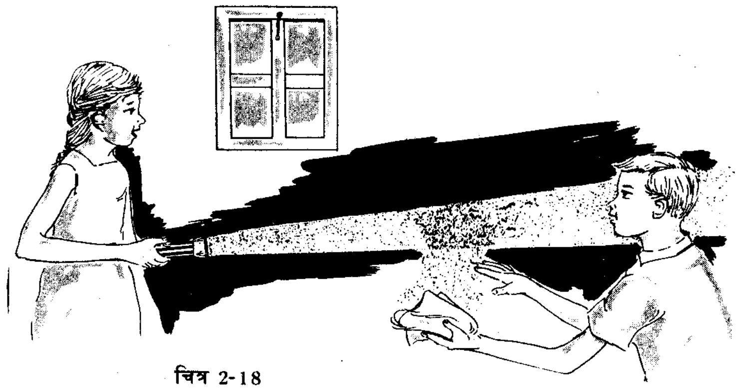
बच्चे अक्सर वायु में धूल उड़ती देखते हैं। वे हवा में धुआँ उड़ते हुए भी देखते हैं। जब दूर तक दिखाई नहीं पड़ता तो इसका कारण बहुधा वायु में धुआँ या धूल का उड़ना ही होता है। फिर भी बच्चों ने धूल के पृथक-पृथक कण शायद ही कभी देखे हों। यहाँ जो तरीका बताया जा रहा है उससे ये धूल के कण देखे जा सकते हैं।

अन्वेषण

हवा में धूल के कण कैसे देखे जा सकते हैं?

आवश्यक सामग्री
तेज प्रकाश-स्रोत, धूल भरा कपड़ा

चित्र 2-18 की भाँति थोड़ी-सी वायु को प्रकाशित करने के लिए तेज़ रोशनी का प्रबंध कीजिए। यह रोशनी टॉर्च या और किसी चीज़ की हो सकती है। यदि हवा असाधारण रूप मे निर्मल है तो धूलभरे कपड़े को झाड़कर हवा में धूल उड़ाई जा सकती है। अब यदि कोई इस धूलमय हवा के प्रकाशित नमूने को अँधेरी पृष्ठभूमि में तेज़ रोशनी में देखेगा तो उसे धूल के कण पृथक-पृथक दिखाई दे सकते हैं। यदि अनुकूल स्थिति हो तो इसी धूलभरी हवा को धूप में भी दिखाकर यही प्रेक्षण किया जा सकता है। इस प्रकार के प्रकाश में धूल के कणों को इधर-उधर तैरते हुए देखते रहने से बच्चे कभी नहीं ऊबेंगे।



चित्र 2-18
वायु में तैरते धूल के कणों को देखना आसान और दिलचस्प होता है।

धूल की किसी परत को आवर्धक लेन्स द्वारा देखिए।

रसोईघर की धुएँ से भरी हवा कैसी होती है या फ़र्श पर झाड़ू लगने के फौरन बाद क्या दशा होती है। इस बात को बच्चों को दिखाइए। हवा की स्थिति इन दशाओं में इतनी खराब होती है कि वह लगभग असह्य हो जाती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

धूल के कणों का इस प्रकार-प्रेक्षण करते हुए बच्चे अक्सर पूछते हैं कि ये कण हर समय हरकत क्यों करते रहते हैं और नीचे क्यों नहीं गिरते। ये कण हवा की हरकत के कारण निरंतर गतिशील रहते हैं। जब हम कहते हैं कि हवा बंद है या रुकी है तो यह केवल सापेक्षतः ही रुकी या बंद होती है। आदर्श परिस्थितियों में भी वायुमंडल में सदा गति बनी रहती है। इसी के कारण धूलकण हिलते-डुलते रहते हैं। कोई ऐसा सोच सकता है कि हवा के किसी ऐसे डिब्बे में जो वायुमंडल की गति से सुरक्षित हो, धूल या धुएँ के कण गतिहीन रहते होंगे। वास्तव में यदि ऐसी गतिहीन वायु के नमूने को उपयुक्त सूक्ष्मदर्शी से देखा जाए तो भी कण बराबर इधर-उधर हरकत करते दिखाई पड़ेंगे। ऐसा क्यों? इस कारण कि उन पर हवा के बहुत से सूक्ष्म और अदृश्य अणुओं की निरंतर बमबारी होती रहती है। सामान्य तापमान पर वायु के अणु स्वतः बड़ी तेज़ी और ज़ोर के साथ इधर-उधर चक्कर काटते रहते हैं।

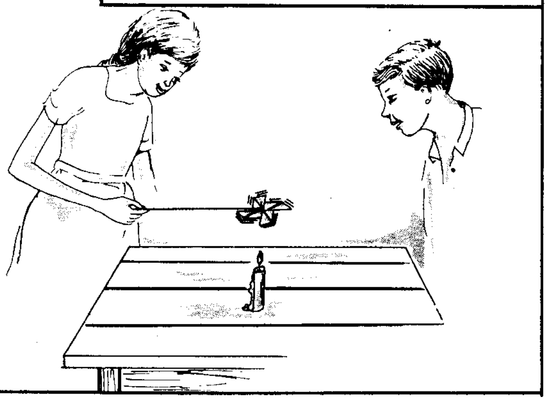
2 (ख). धुआँ आग में से ऊपर उठकर हवा में चला जाता है

बच्चे आग से धुआँ उठते देखते हैं चाहे आग चिमनी में हो या और कहीं। कभी-कभी वे इसे भी एक सामान्य घटना ही मान बैठते हैं, अचेतन रूप से यह मानकर, जैसा कि प्राचीन काल में लोग मानते थे, कि "धुएँ का ऊपर उठना उसका स्वभाव है"। कभी बच्चे यह कहते हैं कि "हल्का" होने के कारण धुआँ ऊपर जाता है। वास्तव में धुएँ में पदार्थ के ठोस कण रहते हैं और ये अपने ही बराबर आयतन की वायु से कहीं अधिक भारी होते हैं। फिर भी धुआँ हवा में इस कारण ऊपर उठता है कि यह आग से गर्म हुई हवा का ही अंश होता है, जो कि अपने प्रति यूनिट आयतन में—धुएँ को शामिल करते हुए चारों ओर की उस हवा से हल्की होती है जो गर्म नहीं रहती।

कुछ चुने हुए प्रयोगों से, यह समझने में बच्चों की मदद की जा सकती है कि केवल धुएँ के कण ही हवा में नहीं उड़ते बल्कि यह गर्म हवा होती है जो हल्की होने के कारण ऊपर उठती है।

अन्वेषण	क्या गर्म हवा ऊपर उठती है?	आवश्यक सामग्री कागज़ की चर्खी, मोमबत्ती या लैम्प, माचिस

कागज़ की एक छोटी सी चर्खी बनाइए और उसे लकड़ी के टुकड़े में पिन कर के अटका दीजिए जैसा कि चित्र 2-19 में दिखाया गया है। इसे मोमबत्ती या लैम्प की लौ या बिजली के चूल्हे या लैम्प के ऊपर पकड़कर रखिए। बच्चों को यह नतीजा निकालने दीजिए कि यद्यपि धुआँ निकलता दिखाई नहीं दे रहा, फिर भी गर्म हवा ऊपर जा रही है।



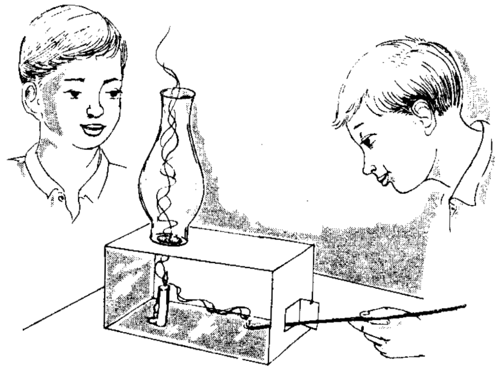
चित्र 2-19
बच्चे देख सकते हैं कि लौ के ऊपर की गर्म हवा ऊपर उठती है।

अन्वेषण

गर्मी से वायु में संवहन धारा कैसे पैदा होती है?

आवश्यक सामग्री
गत्ते का बक्सा, साफ़ प्लास्टिक लैम्प की चिमनी, मोमबत्ती, माचिस, धुएँ का स्रोत (अगरबत्ती या रस्सी)

चित्र 2-20 की तरह एक संवहन बक्स तैयार कीजिए। जब मोमबत्ती के ऊपर की हवा गर्म होती है तो ऊपर उठती है। इसके लिए यह आवश्यक नहीं कि मोमबत्ती का धुआँ दीखता ही हो। दाईं ओर अगरबत्ती या गीली रस्सी सुलगती दिखाई दे रही है, जिससे दिखाई पड़ता है कि हवा मोमबत्ती की लौ की ओर जा रही है और फिर गर्म होकर ऊपर उठ जाती है। बच्चों से पूछिए कि क्या कारण है कि हवा (और धुआँ) गर्म होने से पहले मोमबत्ती की लौ की ओर आती है।



चित्र 2-20
संवहन बक्स की सहायता से बच्चे हवा के परिसंचरण के बारे में बहुत-कुछ जान सकते हैं।

धूप या अगरबत्तियों और दीपकों या गाँव के अलावों आदि से उठने वाले धुएँ को देखिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर जिस प्रकार के संवहन बक्स का वर्णन किया गया है उसकी सहायता से वायु के कई प्रकार के संचलनों का निदर्शन किया जा सकता है। रेखाचित्र में वायु की क्षैतिज हरकत या दाएँ से बाएँ जाना एक प्रकार की बयार के कारण दिखाई पड़ता है। यहाँ चूँकि हवा को दाईं ओर से बाईं ओर को धकेला जाता है, इस कारण वह इसी दिशा में जाती है। दाईं ओर हवा का दबाव सामान्य है पर बाँईं ओर दबाव सामान्य नहीं है क्योंकि मोमबत्ती की लौ से हवा गर्म होकर ऊपर उठ जाती है। इसी कारण बक्स के दाईं ओर नलकी में हवा का नीचे की ओर भी संचलन होता है।

2 (ग). धूल और धुएँ से वायु अशुद्ध हो जाती है

कोई भी हवा कभी धूल और धुएँ से पूर्णतः रहित नहीं होती। 'सामान्यतः साफ़ हवा' में साँस लेने से कोई हानि होती दिखाई नहीं देती। कई बार ऐसी स्थिति होती है कि धूल या धुएँ भरी हवा में कुछ क्षण के लिए साँस लेना ही पड़ता है। नाक में छोटे-छोटे बाल और उसकी सतहों में गीलापन होने के कारण फेफड़ों में जाने से पहले ही काफ़ी धूल रुक जाती है। फिर भी लंबे समय तक गंदी हवा में साँस लेने से बचना चाहिए। इस बात के तो काफ़ी सबल प्रमाण हैं कि तंबाकू पीने और खासकर सिगरेट पीने से फेफड़ों को हानि पहुँचती है।

यहाँ इस उपसंकल्पना के विषय में, धूल और धुएँ के हानिकारक प्रभावों का व्यावहारिक रूप में निदर्शन कर दिखाना संभव नहीं होगा। फिर भी विद्यार्थी यह देखना अवश्य पसंद करेंगे कि अपेक्षाकृत स्वच्छ वायु में भी कितनी धूल और धुआँ रहता है।

अन्वेषण | **क्या निर्मल वायु में भी कुछ धूल रहती है ?**

आवश्यक सामग्री
पानी का तसला या कड़ाह

पानी का एक तसला भरकर कई दिन तक कक्षा में रखे रहिए। कई दिन बाद देखने पर पानी की सतह पर धूल जमी दिखाई देगी। अब बताइए कि यह वही धूल है जो "सामान्यतः साफ़" मानी जानेवाली हवा में थी।

सामान्य अनुभव | **क्या हर प्रकार की हवा में धूल रहती है ?**

बच्चों से पूछिए कि क्या उन्हें याद है कि वे घर पर या स्कूल में पालिश की हुई चीज़ों को कितनी अच्छी तरह पोंछते हैं। उन्हें याद दिलाइए कि चंद घंटों में ही फिर उन पर किस तरह और कितनी धूल जम जाती है। यह धूल सामान्यतः साफ़ कही जानेवाली हवा में से ही इन चीज़ों पर जमती है।

सामान्य अनुभव | **धूल कहाँ-कहाँ एकत्र होती है ?**

बच्चों को यह याद दिलाइए कि बिजली के पंखों, कमरों के कोनों और खिड़कियों के शीशों आदि पर कितनी अधिक मात्रा में गर्द एकत्र हो जाती है। उन्हें यह भी समझने में मदद दीजिए कि यह मिट्टी सामान्यतः साफ़ कही जानेवाली हवा में से ही आती है।

बच्चों का ध्यान इस बात की ओर आकर्षित कीजिए कि बाज़ार में दुकानदारों को अपनी चीज़ों को बार-बार क्यों झाड़ना पड़ता है।

3. स्वास्थ्य के लिए ताज़ी हवा आवश्यक है

"ताज़ी हवा" की संकल्पना को प्रायः गलत समझा जाता है। साधारणतया यह शब्द उस वायु के लिए प्रयुक्त किया जाता है जो निर्मल हो और अच्छी गंध वाली या बिना गंध की हो। उस वायु के लिए भी इसका प्रयोग किया जाता है जिसमें शरीर को ताज़गी देनेवाली शीतलता हो और जिसमें आर्द्रता भी काफ़ी अधिक हो। कहने का तात्पर्य यह कि "ताज़ी हवा" से उस हवा का अर्थ लिया जाता है जो अच्छी और स्फूर्तिदायक हो। पर इस पुस्तिका में "ताज़ी

हवा" का प्रयोग दूसरे अर्थ में किया गया है। इस अर्थ के विस्तार और महत्त्व को नीचे दी गई उपसंकल्पनाओं और टिप्पणियों में समझाया गया है।

3 (क). उच्छ्वसित (बाहर निकली) साँस में अपद्रव्य होते हैं

जो हवा साँस के साथ बाहर निकलती है उसमें नमी और कुछ मात्रा में दुर्गंध भी मिली रहती है। यद्यपि इस हवा में ये दोनों चीजें मिल जाने से वह अच्छी नहीं लगती, फिर भी वह अस्वच्छ नहीं होती। जिन अपद्रव्यों से हमारा यहाँ मतलब है वे हैं रोगाणु या सूक्ष्मजीव। इस बारे में छोटे बच्चों के साथ व्यावहारिक परीक्षण संभव नहीं। फिर भी उन्हें, इस उपसंकल्पना संबंधी उन्हींके अनुभव याद कराना संभव होगा।

सामान्य अनुभव | **क्या हवा में रोगाणु प्रायः रहते हैं?**

चित्र 2-21
डाक्टर अपने रोगाणुओं से दूसरों को बचाने के लिए नकाब पहन लेते हैं। जिस बच्चे को जुकाम हो उसे ऐसा ही करना चाहिए।

बच्चों से कहिए वे ऐसे चित्र ढूँढ़ कर लाएँ जिनमें अस्पताल के डॉक्टर नकाब पहने हुए हों। अब उन्हें बताइए कि डॉक्टर लोग अस्पताल के मरीजों को अपने साँस के साथ निकलनेवाले रोगाणुओं से बचाने के लिए मुँह पर नकाब पहन लेते हैं। इसी तरह कई बार वह आदमी जिसे जुकाम होता है अपने मुँह को ढके रहता है। देखिए चित्र 2-21।

बच्चों को स्वास्थ्य संबंधी नियमों की याद दिलाइए जिनमें यह बताया जाता है कि खासकर जब कोई बीमार हो, तो वह दूसरे के ऊपर अपना साँस न छोड़े।

बच्चों को यह भी समझाइए कि नज़ला, जुकाम, क्षय और अन्य कई बीमारियाँ ऐसी हवा में साँस लेने से हो जाती हैं, जिसमें इन बीमारियों के रोगाणु हों।

3 (ख). चीज़ों के जलने से अपद्रव्य हवा में मिल जाते हैं

साधारण ईंधन के जलने पर जो गैसें हवा में चली जाती हैं वे होती हैं—कार्बन डाईऑक्साइड और जल-वाष्प। ये दोनों ही दिखाई नहीं देतीं। बहुत से ईंधन शुद्ध नहीं होते और उनके जलने से बहुत-सा धुआँ पैदा होता है।

अन्वेषण

क्या हर लौ से धुआँ निकलता है?

आवश्यक सामग्री
मोमबत्ती या लैम्प, माचिस, चमकदार काँच या धातु

मोमबत्ती या मिट्टी के तेल के लैम्प को जलाकर धुआँ निकालिए और उसे काँच या धातु के टुकड़े पर जमने दीजिए। यदि बत्ती लंबी होगी तो धुँआँ और अधिक पैदा होगा।

बच्चों को दीपक की लौ और चूल्हे से निकलनेवाले धुएँ की भी याद दिलाइए।

अच्छी तरह समझने के लिए

साधारण अग्नि से इतनी अधिक कार्बन डाईऑक्साइड नहीं पैदा होती और न ही वह वायु में से अपने जलने के लिए इतनी अधिक ऑक्सीजन ही खींचती है, कि जिसके कारण कोई खतरा पैदा हो जाए। कुछ प्रकार की अग्नियाँ ऐसी अवश्य होती हैं जिनसे हानिकारक उपोत्पाद निकलते हैं। प्राय: ऐसी अग्नियों से दम घोटनेवाला घना धूम्र निकलता है, जिससे साँस लेनेवाले को पता लग जाता है कि वायु स्वच्छ नहीं है। जब धुआँ बहुत भारी होता है तो ऐसा ही अनुभव हुआ करता है। गंधक या रबड़ के जलने से भी ऐसा ही लगता है। कई स्थितियों में आग से कार्बन मोनोऑक्साइड नामक विषैली गैस पैदा होती है। यह आमतौर से तब होता है जब आग कम ऑक्सीजन की उपस्थिति में जलती है। बंद कमरे में कोयले की अँगीठी जलाने से कार्बन मोनोऑक्साइड पैदा हो सकती है।

3 (ग). दरवाज़ों और खिड़कियों से ताज़ी हवा मिलती है

अधिकांश बच्चे ऐसा समझते हैं कि दरवाज़े मनुष्यों और पशुओं के आने-जाने के लिए और खिड़कियाँ रोशनी आने के लिए होती हैं। कई बार बच्चे यह नहीं समझते कि दरवाज़े और खिड़कियाँ ताज़ी हवा के आने के लिए भी होते हैं। नीचे दी हुई चर्चा से इस उपसंकल्पना के समझने में मदद मिलेगी।

चर्चा — **दरवाज़ों और खिड़कियों से क्या लाभ होता है ?**

किसी ऐसे दिन जब कक्षा के कमरे में हवा कुछ बंद-सी लगे, बच्चों से पूछिए कि इस हालत को बदलने के लिए क्या करना चाहिए। इस उमस या घुटन को मिटाने के लिए बच्चे दरवाज़े और खिड़कियाँ खोलने को कहेंगे। उन्हें यह बात समझने में सहायता कीजिए कि दरवाज़े या खिड़कियाँ खोलकर वे ताज़ी हवा को न केवल अंदर आने दे रहे हैं बल्कि भीतर की बंद और अशुद्ध हवा को भी बाहर जाने दे रहे हैं।

बच्चों से पूछिए कि जब बहुत गर्मी होती है तो वे आँगन में या खुले में क्यों सोते हैं (क्योंकि कमरों में हवा जाने के लिए बहुत थोड़ी जगह होती है कुछ और भी कारण हो सकते हैं)। इस संबंध में इकाई 6 के अंतर्गत घर और वस्त्र विषयक प्रयोग भी देख लीजिए।

3 (घ). लोग ताज़ी हवा लेने के लिए बाहर निकलते हैं

बच्चे अक्सर ऐसा सोचते हैं कि वे खुले में इसलिए खेलते हैं कि वहाँ खेलने के लिए काफ़ी जगह होती है और जो खेल वे खेलना चाहते हैं उन्हें घर या कमरे के भीतर नहीं खेला जा सकता। वे ऐसा नहीं समझ पाते कि बाहर जो ताज़ी हवा मिलती है, उसके कारण उन्हें खेलने में अधिक आनंद आता है। अध्यापक यहाँ बतलाए गए प्रयोगों द्वारा विद्यार्थियों को यह बात समझने में सहायता कर सकते हैं।

चर्चा — **चर्चा-अधिकांश बच्चे बाहर रहना क्यों पसंद करते हैं ?**

किसी दिन स्कूल में खेल के घंटे में बच्चों से पूछिए कि वे स्कूल के भीतर खेलना पसंद करेंगे या बाहर मैदान में खेलेंगे। यदि मौसम खराब नहीं होगा तो वे स्वाभाविक रूप से बाहर खेलना ही पसंद करेंगे। अब उन्हीं से इस बात का विश्लेषण कराकर कि ऐसा क्यों है, इसके समझने में उनकी सहायता कीजिए। कुछ बच्चे कहेंगे कि बाहर जगह बहुत है और शायद कुछ कहेंगे कि बाहर खेलने में ज्यादा मज़ा आता है। चर्चा के द्वारा बच्चों को यह समझाने की कोशिश कीजिए कि यदि भीतर और बाहर की सभी परिस्थितियाँ एक जैसी ही रहें तब भी बच्चे बाहर ही खेलना पसंद करेंगे क्योंकि बाहर की हवा अपेक्षाकृत ताज़ी होती है।

बच्चों से पूछिए कि वे अधिक स्फूर्ति और चंचलता का अनुभव कहाँ करते हैं घर में या बाहर। अब उनसे इसका कारण पूछिए।

4. चलती हुई (गतिशील) वायु को पवन कहते हैं

वायु या वायुमंडल यदि बिल्कुल स्थिर और गतिहीन होता है तो इसमें मनुष्य की दिलचस्पी कहीं कम होती और उसका महत्त्व व उपयोग भी बहुत कम होता। वास्तव में खुले में हवा हमेशा बहती रहती है और कई बार तो बहुत वेग से भी चलती है। कभी-कभी हवा की गति ऊपर की ओर या नीचे की ओर होती है जिसे लोग प्रायः अनुभव नहीं कर पाते। किन्तु जब खुले में हवा की गति क्षैतिज होती है तो इसे पवन कहते हैं। जब यह हल्के वेग की होती है तो इसे समीर कहते हैं और ज़ोरदार हो तो झंझा कहते हैं।

4 (क). पवन किसी न किसी दिशा में चलती है

छोटे बच्चे अक्सर पवन (विण्ड) को हवा या वायु (एयर) से बिल्कुल अलग वस्तु समझते हैं। वे यह नहीं समझ पाते कि चलने या बहनेवाली हवा या वायु को ही पवन कहते हैं। इस महत्त्वपूर्ण संबंध को बच्चों को समझाने के लिए यह सरल-सा अनुभव सहायक हो सकता है।

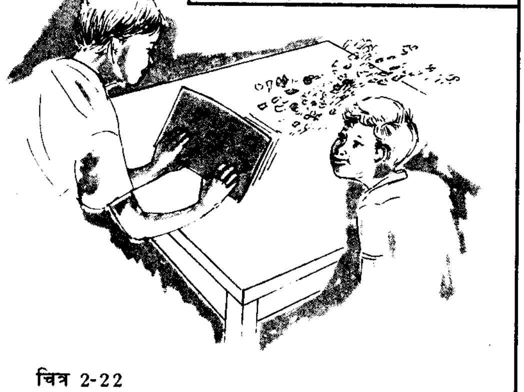
अन्वेषण | **पवन क्या है?**

किसी ऐसे दिन जब बाहर हल्की-हल्की बयार बह रही हो तो बच्चों को इसकी ओर ध्यान देने को कहिए। उनको इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे पहले खुले में खड़े होकर बहती हुई हवा को अनुभव करें और फिर दीवारों से घिरी हुई या इमारत से सटी हुई किसी जगह खड़े होकर उस हवा के अंतर को देखें। उन्हें ऐसा समझने में सहायता दीजिए कि दोनों परिस्थितियों में केवल इतना ही अंतर था कि पहली में हवा चल रही थी और दूसरी में ऐसा नहीं था।

अन्वेषण | **बच्चे कृत्रिम पवन कैसे पैदा कर सकते हैं?**

आवश्यक सामग्री
मोटा कागज़ या बिजली का पंखा

बच्चों के साथ इस बात पर विचार-विमर्श कीजिए कि क्या "कमरे के भीतर भी पवन" पैदा की जा सकती है। कोई मोटा कागज या गत्ता हाथ में लेकर पंखे की तरह झलने से यह हो सकता है जैसा कि चित्र 2–22 में दिखाया गया है। ज़ोर से फूँक मारकर भी यह अनुभव हो सकता है। पवन चल रही है क्योंकि "धूल या कागज के छोटे-छोटे टुकड़े उड़ते हैं" या "हाथ को ठंडक का अनुभव होता है"—इस प्रकार की बातों से बच्चों को स्वयं यह खोजने में सहायता कीजिए कि पवन चल रही है। कक्षा में इसी प्रमाण (या इसके अभाव) से यह बताइए कि वहाँ पवन नहीं है। अब "कृत्रिम पवन" चलाकर पवन चलने का



चित्र 2-22
जब हवा को हरकत दी जाती है तो कृत्रिम पवन पैदा हो जाती है।

प्रमाण बच्चों को देखने दीजिए। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि केवल हरकत पैदा करने से ही वायु पवन बन जाती है। हरकत देनेवाला बल प्राकृतिक हो अथवा कृत्रिम, इससे कोई अंतर नहीं पड़ता।

बच्चों से अपनी-अपनी आँखें बंद करके यह पता लगाने को कहें कि पवन किस दिशा में बह रही है।

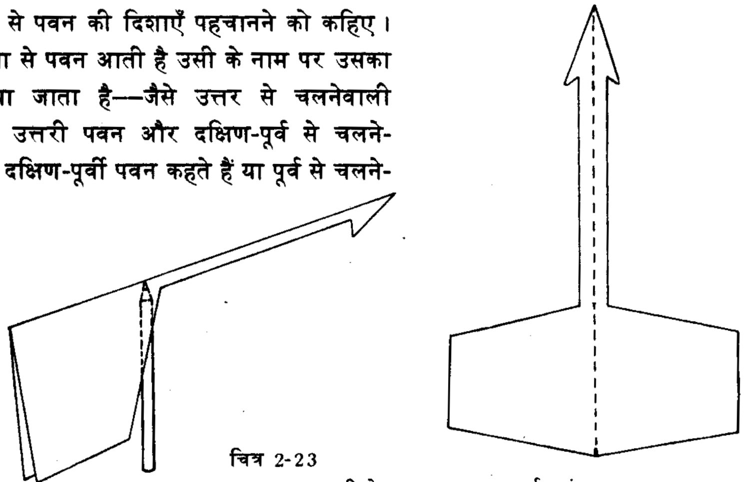
बच्चे जब यह अनुभव करने लगें कि चलनेवाली हवा को ही पवन कहते हैं तो वे पवन की दिशा के बारे में विचार करने को तैयार हो जाएँगे। जिस दिशा से पवन बहती है लोग उसी दिशा से उसका नाम जोड़ देते हैं। जिस प्रकार फ्रांस का आदमी फ्रांसीसी और जापान का जापानी कहलाता है इसी प्रकार दक्षिण से चलनेवाली पवन को दक्षिणी पवन कहते हैं। उचित प्रयोगों द्वारा बच्चों को यह महसूस कराया जा सकता है कि पवन किस दिशा से चल रही है।

कक्षा प्रायोजना

क्या हम पवन दिक्-सूचक बना सकते हैं?

आवश्यक सामग्री
लकड़ी, नुकीली कील, कुछ आम औज़ार

बच्चों से पवन की दिशाएँ पहचानने को कहिए। जिस दिशा से पवन आती है उसी के नाम पर उसका नाम दिया जाता है—जैसे उत्तर से चलनेवाली पवन को उत्तरी पवन और दक्षिण-पूर्व से चलनेवाली को दक्षिण-पूर्वी पवन कहते हैं या पूर्व से चलनेवाली को पुरवैया और पश्चिम से चलनेवाली को पछुआ कहते हैं। पवन की दिशा कैसे पता लगे? इसके लिए इस बात की ओर ध्यान दिया जाना चाहिए कि धूल, कागज़ के टुकड़े या धुआँ किस ओर से किस ओर को उड़ रहे हैं। पवन की दिशा पता लगाने के लिए सुलभ चीज़ों से चित्र संख्या 2–23 की तरह का यंत्र बनाना भी संभव होगा।



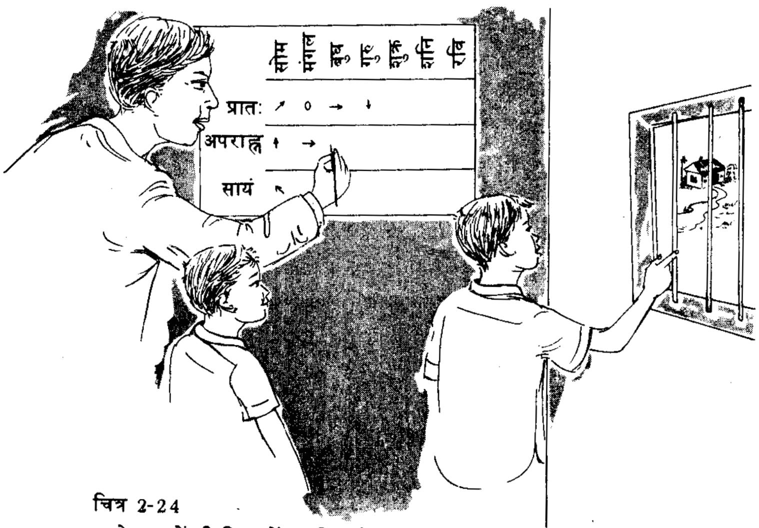
चित्र 2-23
कागज़ या लकड़ी से काम चलाऊ वातदर्शक यंत्र बनाया जा सकता है।

कक्षा प्रायोजना

पवन की दिशा का रिकार्ड रखिए

आवश्यक सामग्री
रिकार्ड रखने के लिए चार्ट

कक्षा को या कक्षा की एक विशेष समिति बनाकर उसे यह काम सौंपिए कि वह सुबह, दोपहर और तीसरे पहर के समय पवन किधर से आती है, इसका रिकार्ड रखें। यह काम कई सप्ताह तक चलाया जाए। चित्र 2–24 में इसके करने की विधि बताई गई है। इससे बच्चों को पवन की दिशा ज्ञात करने में सहायता मिलेगी, साथ ही इससे पवन की दिन-प्रतिदिन बदलनेवाली स्थिति के बारे में उनको जानकारी एकत्र करने का उपयोगी अनुभव प्राप्त होगा। रिकार्ड रखने का मुख्य भार अध्यापक को स्वयं ही उठाना होगा।



चित्र 2-24
बच्चे हवाओं की दिशाओं का रिकार्ड रखने में सहायता कर सकते हैं।

बच्चों से कहिए कि वे वृक्षों और झाड़ियों के उगने के ढंग को देखकर आम पवन की दिशा बताएँ।

4 (ख). पवन में चाल होती है

हरकत करनेवाली हर चीज़ की तरह चलनेवाली हवा या पवन में भी चाल होती है। यह गति आमतौर से मील प्रति घंटा या किलोमीटर प्रति घंटा में बताई जाती है। पवन की चाल का अनुमान लगाने का सबसे आसान तरीका पवन के साथ उड़नेवाले धुएँ या धूल की चाल का प्रेक्षण करना है। निम्नलिखित प्रकार के प्रयोगों द्वारा बच्चों को इस काम में लगाया जा सकता है।

अन्वेषण — **पवन की चाल का अनुमान कैसे लगाया जा सकता है?**

बच्चों से कहिए कि वे धूल या धुएँ की रफ्तार को देखकर पवन की चाल का अनुमान लगाएँ। इस संबंध में उनको यह बताना होगा कि उनमें से तेज से तेज दौड़नेवाला बच्चा भी प्रति घंटे 10–12 किलोमीटर से अधिक नहीं दौड़ सकता। यदि पवन और भी तेज चल रही है तो बच्चों को उसकी चाल का अनुमान लगाने के लिए किसी बड़े बच्चे की सहायता लेनी पड़ेगी जो उन सबसे अधिक तेज़ दौड़ सकता हो या फिर किसी बाईसिकिल चलानेवाले बच्चे की सहायता की आवश्यकता होगी। बच्चों को पवन की चाल का कुछ अनुमान उस दबाव से भी हो सकता है जो पवन के चलने से उनके शरीर पर पड़ता है। लेकिन यह बहुत ही मोटा अंदाज होगा।

अन्वेषण — **वायुमंडल में ऊँचाई पर पवनों की चाल का अनुमान कैसे लगाया जा सकता है?**

किसी ऐसे दिन जब आकाश में बादल तितर-बितर होकर फैले हुए हों तो पृथ्वी पर पड़नेवाली उनकी छायाओं की चाल को ध्यान से देखिए। इन छायाओं की चाल से बच्चों को कुछ अनुमान होगा कि बादल और उनके चारों ओर की हवा ऊँचे वायुमंडल में कितने वेग से दौड़ती है।

बच्चों से पूछिए कि क्या उन्हें किसी ज़ोर की आँधी और उसके परिणामों की याद है।

बच्चों से कहिए कि वे अपने माता-पिता से उनके जीवन में आई सबसे तेज़ आँधी के बारे में पूछें और वे जो कुछ बताएँ उसे कक्षा में आकर अन्य बच्चों को बताएँ।

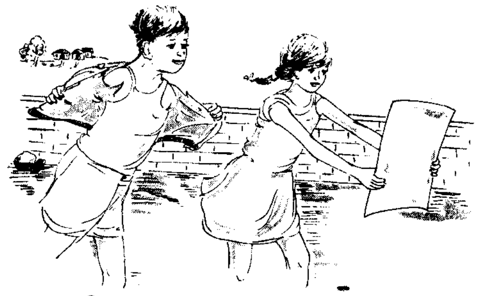
4 (ग). पवन में बल होता है

पवन में बल होता है, यह बात बड़ों के लिए स्पष्ट होती है। बड़े लोगों को इस बात का व्यक्तिगत अनुभव होता है क्योंकि वे पवन के ज़ोर से चीजों को इधर-उधर उड़ते देखते हैं किन्तु बच्चों को यह बात स्पष्ट नहीं होती क्योंकि उन्हें बल (फोर्स) के बारे में कोई कल्पना नहीं होती। वास्तव में यह उपसंकल्पना बच्चों को बल की संकल्पना का आभास देने का प्रयास है। बल का सीधा-सरल विचार 'खींचने' और 'धकेलने' के रूप में दिया जा सकता है। यद्यपि बल के बारे में समझाने का यह तरीका अपूर्ण है किन्तु इस कक्षा के लिए यही पर्याप्त होगा। बच्चों को खींचने और धकेलने के अनुभव होते ही रहते हैं। पवन किसी चीज को खींचती नहीं बल्कि यह बहुधा धकेलने के रूप में उस पर बल प्रयोग करती है। इसी धकेलने की क्रिया के कारण धुआँ, धूल या कागज के टुकड़े हवा में उड़ते हैं और पेड़ों के पत्ते खड़-खड़ करते हैं और कई बार इसी जोर से पेड़ उखड़ भी जाते हैं। पवन के इसी बल के कारण बच्चों की पतंगें आकाश में उड़ती हैं और इसी कारण पालवाली नावें पानी पर आगे बढ़ती हैं। यहाँ अध्यापक का कार्य 'बल'

शब्द के पीछे जो संकल्पना है, उसे बच्चों के मन में बैठाना है क्योंकि वे पवन को उस गतिशीलता के साथ जोड़ते हैं, जो पवन के कारण होती है। नित्य-प्रति हम जो बातें देखते हैं और साधारणतया जो अनुभव प्राप्त होते हैं उन पर चर्चा करके बच्चों को इस बारे में समझाया जा सकता है।

अन्वेषण | **क्या बच्चे पवन के बल को अनुभव कर सकते हैं?**

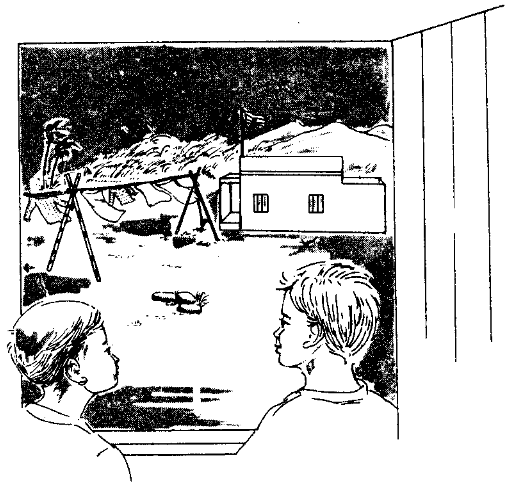
किसी ऐसे दिन जब ज़ोर की पवन चल रही हो तब उन्हें अपने जाकिट या कोट या गत्ते के बड़े-बड़े टुकड़े हाथ में पकड़कर चित्र 2-25 की तरह खड़े होने को कहिए। इस हालत में वे पवन के ज़ोर को अपने शरीर पर ही सीधे अनुभव कर सकेंगे।



चित्र 2-25
पवन के बल को अनुभव करना आसान है।

चर्चा | **हम कैसे बता सकते हैं कि पवन चल रही है?**

बच्चों को कहिए कि वे केवल खिड़की में से देखकर यह बताएँ कि बाहर हवा चल रही है या नहीं। जब वे यह बता दें तो उनको यह समझने में सहायता कीजिए कि वे पेड़ों, धूल, धुएँ, बादल या बाहर सूखने-वाले लटकते हुए कपड़ों को देखकर हवा चलने के बारे में इसी कारण बता सकते हैं कि ये सब चीज़ें हिल रही हैं। चित्र 2-26 देखिए, उनको यह समझाइए कि इन चीज़ों की हरकत का कारण वह बल है जो पवन इन चीज़ों पर लगाती है।



चित्र 2-26
ऐसी बहुत-सी बातें हैं जिनसे यह बताया जा सकता है कि पवन में बल होता है।

पवन के बल की उपयोगिता समझाने के लिए पालवाली नावों के चित्र बच्चों को दिखाइए।

किसी पवन चक्की का चित्र बच्चों को दिखाइए और समझाइए कि पवन के बल से कितना उपयोगी काम हो सकता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

यद्यपि बहनेवाली हवा या पवन आँख से दिखाई नहीं देती किन्तु यह एक वास्तविक वस्तु है। पवन अणुओं से मिलकर बनती है। इन अणुओं से सामान्यतया जो बल उत्पन्न होता है उसे आमतौर से हवा का दबाव कहा जाता है। जब हवा तेजी से चलती है तो इन अणुओं की गति और बढ़ जाती है और ये उस दिशा में जिसमें पवन चल रही होती है और अधिक बल उत्पन्न करते हैं। उदाहरण के लिए जब पछुआ हवा चलती है तो पूर्व की दिशा में दबाव और बढ़ जाता है। बच्चों को यह समझाना चाहिए कि यह बल एक वास्तविक वस्तु (अर्थात हवा) द्वारा उत्पन्न होता है, यद्यपि यह आँख से दिखाई नहीं देती।

बच्चे अक्सर पूछते हैं कि हवा कहाँ से आती है? इस प्रश्न का उत्तर देना कठिन है क्योंकि इसकी जटिलता बच्चों की समझ से बाहर है। सच यह है कि वायुमंडल में जो हरकत पैदा होती है वह सूर्य के पृथ्वी और चारों ओर की वायु को समान रूप से गर्म न कर पाने के कारण होती है। यह असमानता संसार के भिन्न-भिन्न भागों में भिन्न-भिन्न तापमान होने के कारण और रात और दिन का तापमान भिन्न-भिन्न होने के कारण होती है। स्थानीय तापमान के अंतर के कारण भी ऐसा होता है जैसा कि किसी पहाड़ी के उत्तरी और दक्षिणी ढाल के तापमान में होता है। जब बच्चे यह सवाल पूछते हैं कि हवाएँ कहाँ से आती हैं तो उन्हें यह बताया जा सकता है कि सूर्य द्वारा वायुमंडल के असमान रूप से गर्म होने के कारण हवाएँ चलती हैं। जब वे आगे विज्ञान पढ़ेंगे तब उन्हें स्वतः इस बारे में और अधिक समझ आ जाएगी।

5. पानी विभिन्न स्रोतों से प्राप्त होता है

आदिम जंगली मानव से लेकर आज के और आगामी युग के मनुष्य के लिए पानी आवश्यक रहा है और रहेगा। पानी पीने के लिए, सिंचाई के लिए और नहाने-धोने के लिए आवश्यक होता है। गर्म देशों में पानी की सहायता से लोग अपने को ठंडा रखते हैं। बहुत स्थानों पर परिवहन के लिए भी पानी का उपयोग होता है। संसार के बहुत से भाग ऐसे हैं जहाँ मनुष्य इसी कारण नहीं रह सकता कि वहाँ पानी का उचित प्रबंध नहीं है। बहुत बार पानी की व्यवस्था में हेरफेर होने के कारण लाखों लोगों को वह स्थान छोड़कर दूसरे स्थान पर जाना पड़ा है।

मनुष्य द्वारा पानी का पता लगाना फिर इसे मनपसंद स्थान पर पहुँचाना और जमा करना आदि बातों का सभ्यता की प्रगति में बहुत बड़ा हाथ रहा है।

5 (क). पानी के स्रोत वर्षा

बड़ों को तो यह बात स्पष्ट है कि वर्षा पानी का बहुत बड़ा स्रोत है। फिर भी बच्चे इस बात को नहीं समझते कि वर्षा के ऊपर उनका जीवन कितना निर्भर करता है और वे यह भी नहीं जानते कि वर्षा के पानी को सुरक्षित रखने के लिए लोग कितने प्रयत्न करते हैं। उन्हें निम्नलिखित अनुभवों से इस बात को समझाया जा सकता है।

चर्चा **वर्षा कब होती है ?**

बच्चों से पूछिए कि उनके प्रदेश में साल में बरसात के महीने कौन-कौन से होते हैं। किसी वार्षिक कैलेण्डर पर बरसात के मौसमों को दिखाइए। अब बच्चों से पूछिए कि साल के कौन-कौन से समय क्या-क्या बातें देखने में आती हैं और खासतौर से गाँवों के खेतों में। बुवाई, फसल की कटाई, खेतों की जुताई और कुछ त्यौहार तथा बहुत से काम हैं जो वर्षा के वार्षिक ढंग के साथ जुड़े हुए हैं। इन पर बच्चों से चर्चा कीजिए।

प्रत्यक्षालाप **वर्षा के पानी का क्या होता है ?**

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे घर जाकर अपने माँ-बाप से पूछें कि उनके शहर या गाँव में होनेवाली वर्षा के पानी का क्या किया जाता है। उन्हें पता चलेगा कि पानी को अक्सर तालाबों में या बाँधों के पीछे जमा कर लिया जाता है ताकि बरसात के बाद महीनों तक उसका उपयोग हो सके। कभी-कभी पानी ऐसे क्षेत्रों से जहाँ वर्षा बहुत होती है, ऐसे क्षेत्रों को ले जाया जाता है जहाँ प्राकृतिक वर्षा बहुत कम होती है।

यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से वर्षा ही हमारे लिए पानी का प्रमुख स्रोत है।

कभी पूरे दिन की वर्षा का पानी बाल्टी में इकट्ठा कीजिए। देखिए कि पानी की गहराई कितनी है ?

नदियाँ

जल का एक अन्य स्रोत नदी है। अक्सर नदियों का पानी नहाने-धोने और खेती की सिंचाई के लिए ही नहीं नौ संचालन के भी काम आता है। नदियों में पानी प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से वर्षा से आता है या हिम से। नदियाँ सभ्यता के लिए कितनी महत्त्वपूर्ण हैं यह इन प्रकार के प्रयोगों से बच्चों को स्पष्ट हो जाएगा।

चर्चा **अधिकांश बड़े नगर नदियों के किनारे ही क्यों बनाए जाते हैं ?**

बच्चों से पूछिए कि वे कौन-कौन से बड़े शहरों के नाम जानते हैं। इनमें से बहुत-से बंदरगाह होंगे। नक्शे में नगरों को देखने में बच्चों की मदद कीजिए। उन्हें पता लगेगा कि चाहे शहर महासागर के किनारे हों या देश के भीतरी प्रदेशों में, भारत के अधिकतर बड़े-बड़े नगर नदियों के किनारे बसे हैं। यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि नदियों में क्योंकि साल-भर पानी रहता है और उनसे पानी लिया जा सकता है इस कारण मनुष्य ने अपने शहर नदियों के किनारे-किनारे ही बसाना उचित समझा।

नक्शे में भारत की बड़ी-बड़ी तथा स्थायी नदियाँ ढूँढ़िए। इस बात पर गौर कीजिए कि अधिकांश बड़े-बड़े नगर इन्हीं के किनारे बसे हैं।

मनुष्य अक्सर वर्षा-जल को इकट्ठा करने की तरकीबें निकालता आया है ताकि वह बाद में अपनी आवश्यकता पूरी कर सके। कभी ऊँचे-ऊँचे बाँध या कृत्रिम झीलें बनाकर वह पानी जमा करता है और कभी गाँवों की बावड़ियों में या घरों की टंकियों में पानी भर लेता है। नीचे लिखे प्रकार के प्रयोगों से बच्चों को पानी जमा करने के महत्त्व का पता चलेगा।

चर्चा — **हम पानी कैसे जमा करते हैं?**

बच्चों से कहिए कि वे अपने माँ-बाप से उन दिनों में जबकि वर्षा नहीं होती, पानी जुटाने के सभी तरीकों के बारे में पूछकर आएँ। इनमें से बहुत से तरीके प्राकृतिक होंगे, लेकिन बच्चों का ध्यान कृत्रिम तरीकों की ओर ही खींचिए। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि झीलों, तालाबों और छोटे-बड़े मटकों या घड़ों में पानी जमा करके रखने से मनुष्य बरसात के मौसम में बरसे पानी के ही भरोसे न रहकर काफी हद तक आत्मनिर्भर हो जाता है।

अपने स्कूल में ही देखिए कि पानी भरकर रखने के क्या तरीके हैं चाहे वह थोड़ी मात्रा में ही क्यों न हों।

सोता

कभी-कभी पानी भूमि से स्वतः बहता या रिसता है और कहीं-कहीं यह बड़ी ज़ोर से निकलता है। पानी के ऐसे स्थल स्रोत या सोता कहलाते हैं। कभी-कभी सोते वर्षा के केवल कुछ सप्ताह बाद तक ही बहते हैं और कभी-कभी वे साल भर बराबर पानी देते हैं। आमतौर से सोतों का पानी ठंडा और निर्मल होता है।

अधिकांश बच्चों को सोतों के बारे में आँखों देखी कोई जानकारी नहीं होती। नीचे लिखे प्रकार के अनुभवों से बच्चों को इनके बारे में कुछ समझ में आ सकता है।

प्रत्यक्षालाप — **सोतों के बारे में हम क्या जानते हैं?**

बच्चों से कहिए कि घर जाकर अपने माता-पिता से पूछें कि सोते क्या होते हैं और वे उनके बारे में क्या जानते हैं। शायद गाँव के बड़े-बूढ़े अपने ही अनुभवों से सोतों के बारे में कुछ बता सकें। किसी बच्चे से कहिए कि उसने सोतों के बारे में जो कुछ सुना है उसे कक्षा में दूसरों को सुनाए।

प्राकृतिक स्रोतों के चित्र विद्यार्थियों को दिखाइए।

5 (ख). पानी प्राप्त करने के लिए हम कुएँ खोदते हैं

कुएँ से पानी लेने का तरीका मनुष्य के पानी प्राप्त करने के सबसे महत्त्वपूर्ण तरीकों में से है। साधारण कुआँ पृथ्वी में खोदकर बनाया हुआ एक बृहत् छेद मात्र है। पृथ्वी के भीतर शैलों और मिट्टी में जो पानी भरा है वह कुएँ में निस्पंदित होता रहता है। यदि कुआँ अच्छा है तो उससे जितनी तेजी से पानी निकाला जाता है उतनी ही तेजी से उसमें पानी इकट्ठा होता रहता है। अच्छे कुओं से सारे साल पानी मिलता रहता है।

सबसे आम कुआँ वह होता है जो जमीन में शैल और मिट्टी में गहराई तक गोल छेद करके बनाया जाता है। इसकी भीतरी सतह को प्रायः पत्थरों या ईटों से पक्का कर दिया जाता है। कभी-कभी इसके लिए कंकरीट का भी प्रयोग करते हैं। ये कुएँ पानी की आवश्यकता के अनुसार गहरे बनाए जाते हैं। अधिक पानी लेने के लिए कुएँ सौ मीटर या और भी अधिक गहरे रखे जाते हैं। चरसों, बाल्टियों, घड़ों या रहटों द्वारा पानी कुएँ से खींचा जाता है। जिन प्रदेशों में पर्याप्त पानी देनेवाली नदियाँ या सोते नहीं होते वहाँ कुएँ ही बनाए जाते हैं और वहाँ पानी मुख्यतः उन्हीं से मिलता है।

अधिक आधुनिक ढंग का कुआँ नलकूप होता है। विशेष मशीनों से शैल या मिट्टी में गहरा छेद करके नलकूप बनाया जाता है। यह छेद एक फुट व्यास से भी कम हो सकता है। इसी छेद में लंबा पाइप डाल दिया जाता है और एक पंप के जरिए पानी बाहर खींचा जाता है। आम तरीके से कुएँ खोदने की अपेक्षा नलकूप बैठाना सस्ता बैठता है। किन्तु नलकूपों के लिए विशेष प्रकार के उपकरणों की आवश्यकता होती है। कुओं के बारे में इस तरह के प्रयोगों से बात अधिक समझ में आ जाती है।

बाहरी प्रेक्षण — **कुएँ कैसे बनाए जाते हैं?**

यदि संभव हो तो पास में किसी ऐसे स्थान का पता लगाइए जहाँ कुआँ खोदा या बनाया जा रहा हो। बच्चों को अपने ही प्रेक्षण के आधार पर यह अनुमान लगाने दीजिए कि कितनी गहराई पर पानी निकलेगा। उन्हें यह जानने में मदद कीजिए कि पानी साफ निकलेगा या नहीं, पूरे साल भर बराबर कुएँ से पर्याप्त जल मिलता रहेगा या नहीं और इस प्रकार का कुआँ खोदने में कितना रुपया खर्च होगा।

प्रत्यक्षालाप — **कुएँ कितने दिन चलते हैं?**

बच्चों से कहिए कि वे अपने माता-पिता या अन्य बड़े लोगों से उनके परिचित कुओं के बारे में पूछें। यह पता करें कि गाँव या मोहल्ले का सबसे पुराना कुआँ कब खुदा था? इनसे कब तक पानी प्राप्त होता रहा है?

प्रत्यक्षालाप — **नलकूप और साधारण कुओं की तुलना**

किसी स्थानीय किसान या अपने आसपास के लोगों से पूछिए कि वे कुओं और नलकूपों में से किसे अच्छा समझते हैं। कौन अधिक महँगा होता है? इनमें से कौन अच्छा काम देता है? गाँव में नए कुएँ अधिक बने हैं या नलकूप? दोनों में से किसे अधिक पसंद किया जाता है?

बच्चों की सहायता से गाँव या मुहल्ले के कुओं की संख्या निर्धारित करने का प्रयत्न कीजिए। इनमें से सबसे पुराने, सबसे नए, सबसे गहरे, सबसे अधिक काम देनेवाले और सबसे अधिक पसंद किए जानेवाले कुओं को पहचानने का प्रयत्न कीजिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

सोतों और कुओं का आपस में बड़ा घनिष्ठ संबंध है, अंतर केवल यही है कि चश्मे प्राकृतिक होते हैं और कुएँ मनुष्य निर्मित होते हैं। चश्मों और कुओं दोनों में ही पानी पृथ्वी के भीतर के स्रोतों से आता है। पृथ्वी में यह जल सरंध्र शैलों या मृदा की परतों में भरा होता है। इस सरंध्र मृदा या चट्टानों में होकर पानी बहुत-बहुत दूर तक पहुँच सकता है। फिर भी यह पानी सरंध्र परतों में से होकर केवल हल्के-हल्के रिसता रहता है, जमीन में छिपी (अंतर्भौम) नदी की तरह बहता नहीं।

अंतर्भौम जल संसार भर में कहीं पर भी पर्याप्त गहराई तक खुदाई करने से मिल सकता है। भूपृष्ठ के नीचे जिस स्तर पर पानी मिलता है उसे भौम जलस्तर (वाटर लेवेल) कहते हैं। इस प्रकार झरना एक ऐसे स्थान को कहा जा सकता है, जहाँ भौम जलस्तर पृथ्वी की सतह तक आ जाता है। कुआँ एक ऐसी कृत्रिम संरचना है जिसमें आदमी पृथ्वी की गहराई में वहाँ तक खोदता चला जाता है जहाँ जाकर उसे भौम जलस्तर मिलता है।

6. कुछ पानी पीने के योग्य नहीं होता है।

छोटे बच्चे प्रायः यह समझते हैं कि पिया जाने वाला पानी तो शुद्ध होता ही है। उनको यह पता नहीं होता कि जो पानी वे पीते हैं, वह छोटे-छोटे रोगाणुओं से भरा होकर अशुद्ध भी हो सकता है। इस प्रकार के अशुद्ध जल से हैजा आदि जैसी गंभीर बीमारियाँ पैदा हो सकती हैं। माँ-बाप प्रायः यह ध्यान रखते हैं कि बच्चे अशुद्ध जल न पिएँ।

पानी को अशुद्ध करनेवाली चीजें दो प्रकार की होती हैं। इनमें से एक तो विषैले रसायन होते हैं जो पानी में घुले रहते हैं, लेकिन ये घुले हुए पदार्थ बहुत ही कम परिस्थितियों में खतरनाक सिद्ध होते हैं। पानी में प्रायः रोग पैदा करनेवाले सूक्ष्म जीव भी मिलते हैं। कभी-कभी यह खतरनाक पानी ठंडा, दीखने में निर्मल और पीने में मीठा भी होता है।

इस संकल्पना का उद्देश्य बच्चों को पानी के कारण फैलनेवाली बीमारियों या इन बीमारियों के फैलानेवाले सूक्ष्म जीवों के बारे में विस्तार से बताना नहीं है फिर भी अध्यापक को बच्चों को गंदा पानी पीने के जो खतरे हैं उनके बारे में अवश्य सचेत कर देना चाहिए। जब बच्चे इसे और इससे संबद्ध विज्ञान की दूसरी संकल्पनाओं को वास्तव में समझ लेंगे तो वे अपने, अपने परिवार के और अपने गाँव या मोहल्ले के लोगों के लिए अच्छा स्वास्थ्य रखने का रवैया अपनाएँगे।

6 (क). पानी में हानिकारक जीवाणु हो सकते हैं

बच्चे अक्सर अपने माता-पिता और अन्य मित्रों से ऐसा सुनते रहते हैं कि अमुक मनुष्य ने अशुद्ध जल पी लिया था और अब उसका परिणाम भोग रहा है। कुछ बच्चों को शायद ही इस बात का सही ख्याल हो कि पानी या पानी के स्रोत में किस तरह और क्या अशुद्ध पदार्थ मिल सकते हैं। दूसरी कक्षा के बच्चों को सूक्ष्मदर्शी द्वारा सूक्ष्म जीवों को देखने का कोई अवसर नहीं मिला होता। इसके अलावा रोगाणुओं की प्रकृति व उनसे होनेवाले हानिकर प्रभावों पर छोटे बच्चों द्वारा प्रयोगों का करना भी बिल्कुल असंभव है। फिर भी नीचे लिखे अनुभवों से यह विषय बच्चों की समझ को बढ़ाने के लिए उपयोगी रहेगा।

प्रत्यक्षालाप | **स्वच्छ या शुद्ध जल कहाँ मिल सकता है?**

बच्चों से कहिए कि वे घर जाकर अपने माता-पिता या अन्य बड़ों से अशुद्ध जल के बारे में पूछें। उनके माता-पिता या अन्य वयस्क लोग बच्चों को यह बता सकते हैं कि कब कहाँ अशुद्ध पानी पीने के कारण बीमारी हुई। जो लोग बच्चों को यह बता सकते हैं कि शुद्ध पानी के स्रोत कहाँ हैं वे ही अशुद्ध जल के स्रोतों के बारे में भी बच्चों को बता सकते हैं।

बच्चों को बताइए कि अशुद्ध जल से दस्त, हैजा और अन्य कई बीमारियाँ हो सकती हैं। इन बीमारियों के बारे में कुछ और भी बताइए।

6 (ख). पानी में लवण भी घुले हुए हो सकते हैं

प्रायः हर प्रकार के पानी में लवण और अन्य वस्तुएँ घुली रहती हैं। केवल रासायनिक रीति से आसुत जल (डिस्टिल्ड वाटर) ही इस प्रकार के अपद्रव्यों से रहित होता है। समुद्र के पानी में नमक (सोडियम क्लोराइड) और अन्य बहुत-सी चीजें घुली रहती हैं। प्राकृतिक स्रोतों से मिलनेवाले अधिकांश पानी में भी गैसें घुली होती हैं किन्तु ये मनुष्य के लिए हानिकारक नहीं होतीं, फिर भी पानी में नमक और दूसरे पदार्थ रहने के कारण पानी खारा हो जाता है और पीने या सिंचाई के काम नहीं आ सकता। अक्सर इन अवांछित पदार्थों के घुले होने के कारण पानी का औद्योगिक उपयोग भी नहीं हो सकता।

घुले पदार्थों के कारण ही "शुद्ध पेय जल" का अपना एक "स्वाद" होता है। जिस जल में ये पदार्थ घुले हुए नहीं होते वह अस्वादिष्ट और अरुचिकर होता है। वायु (ऑक्सीजन सहित) जिस पानी में घुली होती है उसका स्वाद और ही होता है। जब इसमें से हवा निकाल दी जाती है तो पानी वैसा स्वाद नहीं देता। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जो बच्चों को यह समझा सकते हैं कि पानी में कई तरह के पदार्थ घुले होते हैं।

अन्वेषण	पानी में अपद्रव्यों का कैसे पता लगाया जा सकता है ?	आवश्यक सामग्री नमूने के रूप में थोड़ा पानी, काँच की साफ़ प्याली, अल्प ऊष्मा-स्रोत

काँच की साफ़ प्याली में थोड़ा-सा वह पानी लीजिए जिसकी परीक्षा करनी है। जब यह पानी वाष्पन द्वारा सूख जाए जैसा चित्र 2-27 में दिखाया गया है, तो उस जगह को देखिए जहाँ पानी था। उस जगह पर कुछ जमा हुआ अवश्य दिखाई देगा। यह वह पदार्थ है जो पानी के साथ वाष्प नहीं बना। इसमें वे लवण होते हैं जो पानी में घुले हुए थे। पानी उड़ गया और लवण प्याली में जमे रह गए। इस अन्वेषण को और जल्दी भी किया जा सकता है। इसके लिए प्याली को हल्की आग पर गर्म कीजिए तो पानी जल्दी वाष्प बनकर उड़ जाएगा। जब ऐसा करना हो तो इस बात का ख्याल रखिए कि आग की लपट में से धुआँ आदि कुछ भी परीक्षण किए जाने वाले पानी में न गिरने पाए।

चित्र 2-27
जब पानी का वाष्पन हो जाता है तो अपद्रव्य बच रहते हैं।

बच्चों को एक ही पानी के दो नमूनों को चखने को कहिए। इनमें से एक को तो ऐसे ही चखने दीजिए, दूसरे को आग पर खौलाकर ठंडा होने दीजिए और तब चखाइए (पानी के खौलाने से इसमें घुली हुई गैसें निकल गईं)। दोनों पानी के स्वाद में अंतर बतलाइए।

पीने के पानी में थोड़ा-सा नमक या चीनी या फिटकरी जैसी कोई रासायनिक चीज़ मिलाकर बच्चों को चखाइए।

6 (ग). साफ़ पानी भी अपेय हो सकता है

जल के स्वाद, गंध तथा रूप में और उसके हानिकारक होने में दुर्भाग्य से पारस्परिक संबंध बहुत कम होता है। कभी-कभी बड़े विचित्र स्वाद वाला या अरुचिकर गंधवाला पानी पीने के लिए बिल्कुल उपयुक्त होता है। इसके विपरीत ऐसा पानी भी जिसके पीने से आदमी मर जाए मीठा या निर्मल हो सकता है। इस उपसंकल्पना के बारे में स्वतः कोई अन्वेषण करके देखना कठिन होगा। फिर भी नीचे लिखे प्रयोग द्वारा इस विचार को बच्चों को समझाया जा सकता है।

प्रत्यक्षालाप | **असुरक्षित जल को कैसे पहचाना जाए ?**

बच्चों से कहिए कि वे आसपास के किसी स्वास्थ्य-निरीक्षक या डॉक्टर से जाकर यह प्रश्न करें कि "असुरक्षित जल को कैसे पहचाना जा सकता है ?" बच्चों से इस बात पर विशेष ध्यान देने को कहें कि क्या केवल देखकर ही असुरक्षित पानी की पहचान हो सकती है। स्वास्थ्य-निरीक्षक या डॉक्टर के साथ साथ बच्चों की इस बारे में जो बातचीत हो उसे कक्षा में दूसरे बच्चों को बताने को कहें।

पानी में थोड़ी-सी साफ़ रेत या दूध की दो-चार बूँदें डालकर उसे देखने में अस्वच्छ बना दें। अब बच्चों को समझाएँ कि पानी के रूप (साफ या गंदा) और यह पीने लायक है या नहीं इस बात में थोड़ा ही संबंध है।

अच्छी तरह समझने के लिए

बहुत से ऐसे रोगाणु या सूक्ष्म जीव होते हैं जो पानी को पीने की दृष्टि से न्यूनाधिक रूप से खतरनाक बना देते हैं। हैज़े की प्राण घातक बीमारी पानी में एक खास प्रकार के सूक्ष्मजीवों--एक प्रकार के बैक्टीरिया के कारण ही होती है। ये रोगाणु पानी के अलावा कभी-कभी अन्य खाद्यों में भी उपस्थित रहते हैं।

कुछ प्रकार के अमीबा के पानी में मिल जाने से अमीबा पेचिश हो सकती है। यह पाचक तंत्र की बीमारी होती है और इसके होने का कभी-कभी महीनों या बरसों पता नहीं लगता और जब पता चलता है तब तक यह रोग असाध्य हो जाता है।

यों अधिकांश अशुद्ध जल से हाजमे में ही थोड़ी गड़बड़ी होती है। कुछ लोग पानी के कारण हुई इस गड़बड़ी को पेट की "आम" खराबी ही मान लेते हैं। यद्यपि ऐसे पानी के तुरंत कोई गंभीर परिणाम नहीं दिखते फिर भी लगातार पीने से आदमी दुर्बल और थका हुआ-सा अनुभव करने लगता है। बहुत बार यह स्थिति आदमी के सामान्य स्वास्थ्य को चौपट कर देती है, जिसके कारण अन्य गंभीर रोग उसे पकड़ लेते हैं।

7. पानी निरंतर बदलता रहता है

बच्चे पानी को बहुत ही स्थायी और टिकाऊ वस्तु समझते हैं। समुद्र स्थायी है, और उसी प्रकार बड़ी-बड़ी नदियाँ और झील भी स्थायी हैं। वर्षा अपने मौसम में होती है पर होती अवश्य है। जमीन के नीचे मिट्टी गीली ही मिलती है और अच्छे कुओं में पानी भी सालभर बराबर बना रहता है। बादल बहुत दूरी पर होते हैं और ये बच्चों के लिए कुछ रहस्य-मय प्रतीत होते हैं। उनके लिए अधिकांश बादलों का वर्षा या अन्य प्रकार की नमी से कोई संबंध नहीं प्रतीत होता। बादल बस आते और जाते रहते हैं। वे अक्सर बड़े विचित्र-विचित्र रूप धारण करते हैं। अधिकांश बच्चे उनके बहुत बड़े होने

या बहुत छोटे होने की ओर शायद ही ध्यान देते हों। बच्चों के ऐसा पूछने में भी कोई आश्चर्य की बात नहीं कि वर्षा कहाँ से आती है।

जैसे-जैसे बच्चे पानी के रूप बदलने के बारे में अधिकाधिक समझते जाते हैं वे पानी के सूखने, बादल बनने और वर्षा कहाँ से आती है इस बात का संबंध समझने लगते हैं। इस प्रकार वे ऐसा ज्ञान प्राप्त करने लगते हैं जिससे आगे चलकर वे जल-चक्र को भी समझ सकते हैं।

7 (क). पानी का वाष्पन हर समय होता रहता है

बच्चों को पानी के वाष्पन का विचार पहले ही समझाया जा चुका है। (देखिए इसी इकाई की प्रमुख संकल्पना—1)। वे अब तक जान चुके हैं कि पानी 'सूखकर अदृश्य नहीं हो जाता' बल्कि तरल रूप को छोड़कर वाष्प रूप में बदल जाता है। वे यह भी जान गए हैं कि कुछ स्थितियों में वाष्पन दूसरी स्थितियों की अपेक्षा तेजी से होता है। एक बात जो शायद वे नहीं जानते वह यह है कि परिस्थितियाँ चाहे जैसी भी हों कुछ न कुछ पानी अवश्य वाष्पित होता है। उन्हें इस बात को समझने में इस प्रकार के प्रयोगों से मदद मिल सकती है।

चर्चा — **क्या सभी दिनों में पानी का वाष्पन होता है ?**

बच्चों को इस चर्चा में शामिल कीजिए कि किन दिनों में पानी का बहुत आसानी से वाष्पन होता है और कब बहुत कठिनाई से। उनसे यह भी पूछिए कि पानी कब बिल्कुल वाष्प नहीं बनता। वे कहेंगे कि जिस दिन वर्षा हो रही हो या ठंड हो उस दिन पानी का वाष्प नहीं बनता। प्रयोगों द्वारा इन बातों का पता लगाने में उनकी सहायता कीजिए। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि बरसाती दिन या सर्दी के दिन भी पानी का वाष्पन होता अवश्य है पर धीरे-धीरे होता है।

किसी ऐसे दिन जब वर्षा हो रही हो, भीगे कपड़े सूखने के लिए फैलाइए, पर बाहर वर्षा में नहीं। अब यह दिखाइए कि कपड़े सूख रहे हैं भले ही देर से।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में पानी के वाष्पन की गति अन्य बातों के अलावा आसपास की हवा में मौजूद जलवाष्प की मात्रा पर निर्भर करती है। यदि चारों ओर की हवा में इतनी जल-वाष्प मौजूद हो कि वह (उसी तापमान और दबाव में) और वाष्प ग्रहण ही न कर सके तो हवा में और वाष्प जाकर नहीं मिल सकती। इस प्रकार और वाष्पन होगा ही नहीं। इस बात का अंतिम विश्लेषण करें तो पता चलेगा कि इन विषम परिस्थितियों में भी वाष्पन होता है पर वाष्पन की गति ठीक घनीकरण की गति के बराबर होती है। अर्थात् वाष्पन और घनीकरण में निरंतर साम्य रहता है।

7 (ख). वाष्पित पानी से बादल बनते हैं

बादलों में पानी होता है। यह पानी हवा में जो वाष्प होती है, उसी से आता है अर्थात् जो पानी समुद्र, झीलों, नदियों और गीली मिट्टी से वाष्प बनकर उड़ता है वही हवा में मिल जाता है। वे परिस्थितियाँ जिनमें बादल बनते हैं बहुत ही जटिल हैं किन्तु फिर भी बच्चों को बादल बनने के बारे में इस प्रकार के प्रयोगों से सामान्य विचार मिल सकता है।

अन्वेषण | **खौलते पानी के ऊपर बादल कैसे बनता है ?**

किसी कड़ाही या खुले बर्तन में पानी खौलाइए। जब पानी जोर से खौलने लगे तो बच्चों से कहिए कि उसके ऊपर बने बादल की ओर ध्यान दें। फिर उनसे पूछें कि यह बादल कहाँ से आए। वास्तव में यह खौलते हुए पानी से निर्मित जल-वाष्प के घनीकरण से बना।

सामान्य अनुभव | **कभी-कभी हम अपनी साँस को क्यों देखते हैं ?**

बच्चों से पूछिए कि क्या उन्होंने किसी बहुत ठंडे दिन अपने मुँह से कुहासा या बादल निकलते देखा है। अब उन्हीं से पूछिए कि यह बादल कैसे बना। संभवतः वे कहेंगे कि यह उनकी गर्म साँस से बना। यह आंशिक रूप में ही सत्य है। वास्तव में यह बादल उनकी उष्ण तथा नम साँस में मौजूद पानी की वाष्प के कारण बना।

बच्चों को कहिए कि वे अपने घर की रसोई में चूल्हे या अँगीठी पर रखे बर्तनों के खौलते पानी में से निकलते हुए बादल या कुहासे (धुआँ नहीं) को देखें।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर के प्रयोगों में जो बादल बनते हैं वे सचमुच के बादल होते हैं। उनमें नम तथा तरल पानी की अतिसूक्ष्म छोटी-छोटी बूँदें रहती हैं। बादलों को जल-वाष्प या भाप कहना गलत होगा। इसके लिए और भी अच्छा शब्द "कुहासा" होगा यद्यपि बादल में पानी की बूँदें कुहासे के पानी की बूँदों से कहीं छोटी होती हैं। अध्यापक को यह याद रखना चाहिए कि जल-वाष्प और भाप बिल्कुल अदृश्य होते हैं। ऐसा समझने से उन्हें इस उपसंकल्पना पर चर्चा करने के लिए उचित शब्द चुनने में सहायता मिलेगी।

7 (ग). बादलों से वर्षा होती है

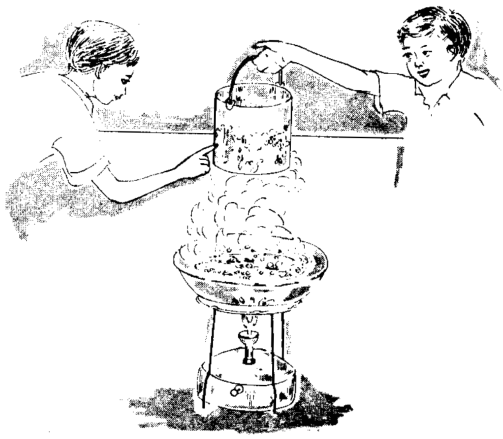
छोटे बच्चे यह समझते हैं कि वर्षा बादलों से होती है। यदि बच्चों को यह समझा दिया जाए कि बादलों में पानी होता है तो उन्हें अच्छी तरह विश्वास हो जाएगा कि बादलों और वर्षा का परस्पर संबंध है। सब बादलों से वर्षा नहीं होती—यह तथ्य बहुधा बच्चों को चक्कर में डाल देता है। बादलों से वर्षा का होना एक अत्यंत जटिल प्रक्रिया है जिसे व्यावसायिक मौसम विज्ञानी भी पूरी तरह नहीं समझता। फिर भी बच्चों को इस बारे में कुछ प्रेक्षण कराने संभव हैं जिनसे उन्हें यह सामान्य विचार समझ आ जाए कि बादलों से वर्षा कैसे होती है।

अन्वेषण | **जल-वाष्प से पानी कैसे बनता है ?**

आवश्यक सामग्री
खुला बर्तन, पानी, आग, ठंडी चमकदार सतह

खौलते पानी के बर्तन को इस तरह रखने का प्रबंध कीजिए कि इसके ऊपर जो बादल बने वह

ठंडी सतह के संपर्क में आए। यह सतह काँच का टुकड़ा या ठंडे पानी से भरी कोई चमकदार कड़ाही या पतीला हो सकता है। बच्चों से ठंडी सतह पर प्रगट होनेवाले पानी को देखने के बारे में कहिए, जैसा कि चित्र 2-28 में है। उनसे पूछिए कि यह पानी कहाँ से आया। यह पानी निस्संदेह वही पानी है जो बर्तन में से खोलकर वाष्पित हुआ है।



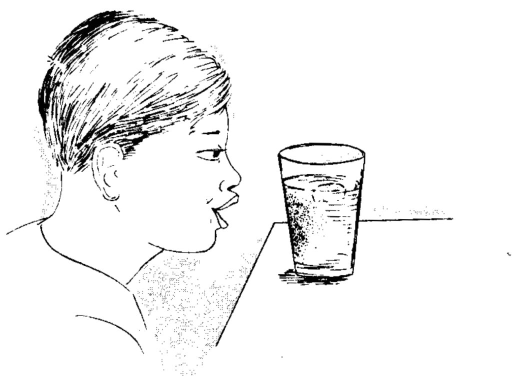
चित्र 2-28
पानी अक्सर ठंडी सतहों पर द्रवित हो जाता है।

अन्वेषण

हम साँस से नमी कैसे इकट्ठी कर सकते हैं?

आवश्यक सामग्री
ठंडी चमकदार वस्तु

बच्चों से कहिए कि वे किसी चमकदार ठंडी चीज़ पर, जैसे कि धातु के जार पर, हल्के-हल्के साँस छोड़ें। अनुकूल परिस्थितियों में वे इस पर जमी नमी को देख सकते हैं जैसा कि चित्र 2-29 में है। अब उनसे पूछिए कि बताओ यह नमी कहाँ से आई। इसका स्रोत निस्संदेह साँस में मिली हुई नमी है।



चित्र 2-29
साँस की नमी अक्सर ठंडी सतह पर द्रवित हो जाती है।

ठंडी सतह जैसे खिड़की के शीशों, पानी पीने के गिलासों या पानी के घड़ों या मटकों पर बननेवाली नमी को देखिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऊपर जो प्रयोग बताए गए हैं वे वास्तव में ओस बनने के निदर्शन हैं, वर्षा बनने के नहीं। ठीक-ठीक कहा जाए तो जल-वाष्प के ठंडी सतह पर द्रवित होने से ओस बनती है। इसके विपरीत वर्षा बादलों (जो जल-वाष्प नहीं होते)

से होती है और यह हवा में ही बनती है। प्रायः यह बादलों के भीतर ही बनती है। फिर भी वर्षा कैसे बनती है, इसका निदर्शन करना अत्यंत कठिन है। यह कार्य काफ़ी जटिल उपकरणों के बिना नहीं हो सकता। ऊपर दिए गए प्रयोग वर्षा बनने का सामान्य विचार प्रगट करने में उपयोगी हैं भले ही ये वर्षा बनने की प्रक्रिया के सही मॉडल न हों।

पानी ठंडी सतहों पर दो भिन्न-भिन्न तरीकों से बनता है। जब पानी काफ़ी ठंडी सतह के संपर्क में होता है तो यह उस सतह पर तरल जल में द्रवित हो जाता है। यह अदृश्य जल-वाष्प से पानी का बनना हुआ। जब बादल, जो कि तरल पानी की लघु बूँदों का पुंज है, ठंडी सतह के संपर्क में होता है तो इसका कुछ पानी उस सतह पर रह जाता है। चित्र 2-28 की-सी स्थिति में इन दोनों प्रकार की क्रियाओं से ठंडी सतह पर पानी के निर्माण में सहायता मिलती है। इस विषय पर बच्चों से बातचीत करते हुए अध्यापक को यह सावधानी रखनी चाहिए कि वह 'पानी की छोटी-छोटी बूँदों से बने दिखाई देने वाले बादल' और 'अदृश्य पानी' को एक चीज़ समझने की भूल न करें। वास्तव में तो बादलों में भी पानी की छोटी-छोटी बूँदों के साथ अदृश्य जल-वाष्प भी रहता है।

7 (घ). वर्षा का कुछ पानी ज़मीन के भीतर चला जाता है

'वर्षा का पानी कहाँ चला जाता है' यह भी बच्चों का एक आम प्रश्न हुआ करता है। बच्चे यह तो जान चुके हैं कि कुछ पानी का वाष्पन हो जाता है किन्तु फिर भी पानी का काफी अंश भूमि सोख लेती है। इस प्रकार इसमें से कुछ पानी पौधों की जड़ों में तत्काल उपयोग के लिए चला जाता है। कुछ पानी ज़मीन में और गहराई में चला जाता है (ऊपर संकल्पना 6 देखिए)। यहाँ कुछ ऐसे प्रेक्षण दिए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को इस उपसंकल्पना को समझने में सहायता मिलेगी।

चर्चा

पानी मृदा में कैसे प्रवेश कर जाता है?

आवश्यक सामग्री
काँच का साफ़ जार, सूखी रेत या मिट्टी, पानी

काँच के जार को थोड़ी सूखी रेत या मिट्टी से भरिए। चित्र 2-30 की तरह किसी बच्चे से इसमें धीरे-धीरे पानी डालने को कहिए। पानी पहले तो मिट्टी या रेत की ऊपरी सतह को गीला करेगा और फिर गायब हो जाएगा। बच्चों से पूछिए कि पानी कहाँ जाता है। उनसे कहिए कि जैसे-जैसे और पानी डाला जाए वे जार को चारों तरफ से अच्छी तरह देखते रहें। उन्हें जल्दी ही दिखाई देगा कि जो पानी ऊपर से गायब हो जाता है, वह वास्तव में नीचे कुछ दूरी पर धीरे-धीरे जमा होता जा रहा है।

चित्र 2-30
भूमि पर पड़ा हुआ पानी मिट्टी में समा जाता है।

बाहरी प्रेक्षण | **सिंचाई का पानी पौधों की जड़ों तक कैसे पहुँचता है?**

किसी ऐसे खेत पर बच्चों को ले जाइए जिसकी सिंचाई हो रही हो। बच्चों से पूछिए कि किसान खेत की मृदा को जो पानी दे रहा है वह कहाँ चला जाता है। वे इस तरह के उत्तर देंगे जिनसे यह विचार प्रगट होगा कि पानी को उगी हुई फसल पी जाती है। यह बात तो ठीक है किन्तु उन्हें यह भी समझने में मदद दीजिए कि पहले पानी का जमीन में सोखा जाना आवश्यक है, यह बात तब और भी स्पष्ट हो जाएगी जब बच्चे सींची हुई जमीन को थोड़ा सा खोदकर देखेंगे और वे पाएँगे कि पानी ऊपर की सतह को भेद कर थोड़ा नीचे तक भी पहुँच गया है।

बरसात के मौसम में वर्षा की ओर ध्यान दीजिए। यद्यपि बहुत-सा पानी बह जाता है, किन्तु इसका कुछ भाग जमीन के भीतर भी प्रवेश कर जाता है।

7 (ङ). भूपृष्ठ-जल बहकर नदियों और समुद्रों में चला जाता है

ऊपर के अनुभवों से बच्चे यह सीख चुके हैं कि कुछ पानी वाष्प बन जाता है और कुछ जमीन सोख लेती है। फिर भी वर्षा का बहुत सा पानी नदी-नालों में और फिर वहाँ से झीलों और समुद्रों में बह जाता है। सीधे प्रेक्षणों द्वारा बच्चों को इस उपसंकल्पना को समझाना संभव होगा।

सामान्य अनुभव | **वर्षा का पानी कहाँ जाता है?**

बच्चों से कहिए कि वे इस बात की याद करें कि वर्षा होने के बाद सारा पानी कहाँ जाता है। कुछ पानी छोटी-छोटी धाराओं द्वारा सड़कों, नालियों आदि में बहता हुआ किसी नदी या नाले में चला जाता है। यदि स्कूल किसी नदी के पास हो तो बच्चों को यह याद दिलाइए कि वर्षा शुरू होने पर नदी कितनी फैल जाती है। उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि यह बाढ़ वाली नदी वर्षा के पानी को समुद्र की ओर बहा ले जा रही है। उन्हें सरल नक्शों में गंगा, सिन्धु, यमुना आदि नदियों को दिखाइए कि ये पानी को समुद्र तक कैसे बहा ले जाती हैं।

पास की छोटी या बड़ी नदियों को चाहे वे मौसमी चाहे बारहमासी हों, नक्शों की सहायता से पहचनवाइए। बच्चों को बताइए कि नदियाँ अंततोगत्वा अपने पानी को बहा कर समुद्र में कैसे ले जाती हैं।

7 (च). भूमिगत जल से सोतों और कुओं में पानी आता है

जो पानी जमीन में सोख लिया जाता है वह जल्दी ही पौधों की जड़ों तक पहुँच जाता है या यह पुनः पृथ्वी की सतह पर ही आ जाता है और इसका वाष्पन हो जाता है। जो पानी

जमीन में जाता है उसका काफ़ी बड़ा भाग मिट्टी या शैल की सरंध्र परतों में से होता हुआ बहुत गहराई तक, अक्सर सैकड़ों मीटर की गहराई तक चला जाता है। यही वह अपार भूमिगत जलराशि है जहाँ से सोतों और कुओं में पानी आता है। इस इकाई की छठी प्रमुख संकल्पना में भूमिगत जल के स्वरूप को समझने में सहायक होने लायक अनुभव बताए गए हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

इस प्रमुख संकल्पना में चर्चित जो मुख्य विचार हैं उसे प्रायः "जल चक्र" (वाटर साइकिल) कहा जाता है। जो पानी-वर्षा या हिम के रूप में जमीन पर गिरता है वह (1) या तो वाष्प बनकर उड़ सकता है या (2) बहकर छोटी या बड़ी नदियों में जा सकता है या (3) जमीन में प्रवेश कर सकता है। हर हालत में पानी का अंततोगत्वा वाष्पन ही होता है और यह वायुमंडल में जल-वाष्प के रूप में मिल जाता है। इस जल-वाष्प का कुछ हिस्सा ओस या पाले के रूप में द्रवित हो जाता है, लेकिन इसमें से अधिकतर अंततोगत्वा बादल का ही निर्माण करता है। बादलों से यह वर्षा और हिम के रूप में फिर पृथ्वी पर गिरता है और इस तरह जल-चक्र पूरा हो जाता है।

यद्यपि यह शब्दावली और यह समूची संकल्पना दूसरी कक्षा के बच्चों के लिए बहुत उच्च स्तर की बात है फिर भी स्वयं अध्यापक के लिए जल-चक्र के आधारभूत सिद्धांत को जानना उपयोगी होगा। साथ ही यह समझना भी कि वे विद्यार्थियों के संकल्पनात्मक विकास के लिए उनका मार्गदर्शन किस तरह करें।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

वैज्ञानिक, कारण-प्रभाव सिद्धांत में विश्वास करते हैं

हजारों वर्षों तक मनुष्य यह विश्वास करता रहा है कि प्रकृति की घटनाएँ बस यों ही घटती रहती हैं। आकाश में बादलों का आना न आना, स्वयं बादलों की 'अपनी मर्जी की बात है'। ऋतुओं के आने और चले जाने को भी वह एक सहज बात ही मानता रहा। कभी वर्षा अच्छी होती थी, तो लोग उत्फुल्ल और समृद्ध हो जाते थे, कभी वर्षा कम रही तो उससे होनेवाली हानि उठा ली और भोजन और पानी की कमी के कारण मौत के मुँह में चले गए। ये सब प्राकृतिक आपदाएँ मानी जाती थीं और यह माना जाता था कि मनुष्य इनको सहने के लिए ही बना है। इनसे कोई बचाव नहीं हो सकता था। ऐसा दुर्दैव या संयोग समझ लिया जाता था और नहीं तो इसे समाज के पापों का फल मानकर सहन किया जाता था। किन्तु ये सब बातें और इस प्रकार के विचार अवैज्ञानिक लोगों के ही हो सकते हैं।

आज की दुनिया में भी ऐसे बहुत से लोग हैं जो मौसम या ऋतु को अवश्यंभावी मानते हैं लेकिन आधुनिक युग में अधिकाधिक लोग अब समझते जा रहे हैं कि हर कार्य का कोई न कोई कारण अवश्य होता है। वर्षा के होने और न होने दोनों के ही कोई न कोई भौतिक कारण हैं। तूफानों के आने, फसलों के मारे जाने के भी कोई न कोई कारण अवश्य हैं, तभी ऐसा होता है। वैज्ञानिक दृष्टिकोण यही है कि हर प्रभाव के एक या अधिक कारण होते हैं।

वैज्ञानिक कभी इस बात का विश्वास नहीं करते कि प्राकृतिक आपत्तियाँ किसी के मनुष्य पर क्रुद्ध होने के कारण या मनुष्य के अपने किसी कुकर्म के फलस्वरूप आती हैं। वैज्ञानिक तो यह विश्वास करता है कि ये प्राकृतिक दुर्घटनाएँ निश्चित प्राकृतिक कारणों से ही होती हैं, भले ही कुछ कारणों को समझ-पाना हमारे लिए बहुत कठिन हो। वैज्ञानिक इस बात पर विश्वास नहीं करता कि मनुष्य असहाय होकर बाढ़ या अकाल से डरता रहे और रोग तथा आपत्तियों से आतंकित हो। वह तो यह सोचता है

कि मनुष्य अपने पर्यावरण का अध्ययन कर सकता है, इसके साथ रहना या इसको बदलना सीख सकता है, इसके भविष्य के बारे में अनुमान कर सकता है और बहुत बार इस पर अपना नियंत्रण भी रख सकता है। यह सब कुछ इसी कारण है कि वैज्ञानिक कार्य-कारण या कारण-प्रभाव सिद्धांत में विश्वास करता है।

कारण-प्रभाव सिद्धांत में विश्वास करने के लिए किसी का वैज्ञानिक होना आवश्यक नहीं। हर लड़का या लड़की, स्त्री या पुरुष इस वैज्ञानिक दृष्टिकोण को ग्रहण कर सकता है।

इकाई 2

वायु, जल और मौसम

तीसरी कक्षा

सामान्य दृष्टि

मनुष्य वायु के एक महासागर की तली में रहता है। वायु के साथ इसकी परस्पर क्रिया होती रहती है और यह पूरी तरह वायु पर निर्भर करता है। जल के सागर के पास तो बहुत थोड़े से ही लोग रहते हैं। फिर भी जल, वायु का बहुत महत्त्वपूर्ण भाग होता है और आदमी उस पर भी पूरी तरह आश्रित होता है। मौसम किसी स्थान के किसी समय के वायुमंडल की समूची स्थिति को कहते हैं। इस स्थिति में अन्य बातों के अलावा हवा की हरकत, पानी की मात्रा और उसके प्रकार भी आ जाते हैं। मौसम में वायुमंडल का तापमान भी आता है। तो इस प्रकार हवा, पानी और मौसम तीनों का एक दूसरे से बड़ा संबंध है। इनमें से हरेक चीज़ अलग-अलग भी और मिलकर भी मनुष्य के सभी कामों और व्यवहारों पर बहुत असर डालते हैं। अन्य सब प्राणियों के साथ भी यही बात है। यह उचित ही होगा कि प्राथमिक स्कूलों के बच्चे विज्ञान के इन क्षेत्रों के बारे में कुछ अवश्य जान लें।

इससे पहले की कक्षाओं में बच्चों ने पानी की व्यापक विविधता के बारे में सीखा है। साथ ही उन्होंने यह भी सीखा है कि किन बातों के मिलने से मौसम बनता है। उन्हें पता है कि हवा क्या है, इसमें कौन से तत्त्व होते हैं और यह कहाँ होती है। पानी के बारे में भी वे जान गए हैं कि यह मनुष्य के लिए कितना आवश्यक है, इसके स्रोत क्या हैं, इसमें कौन से अपद्रव्य होते हैं और इसमें क्या-क्या परिवर्तन होते हैं।

अब इस तीसरी कक्षा में चार मुख्य विचार हैं, जो पाठ्यक्रम की पाँच प्रमुख संकल्पनाओं के अधीन दिए गए हैं। ये हैं:

1 पानी तीनों में से किसी भी एक अवस्था में रह सकता है और यह एक से दूसरी अवस्था में बदला जा सकता है।

2, 3 मौसम कई प्रकार के होते हैं और इसका ढाँचा सदा बदलता रहता है।

4 गर्मी की तीव्रता मापने के लिए तापमापी (थर्मामीटर) का इस्तेमाल होता है। माप डिग्रियों में होती है।

5 मनुष्य के ऊपर मौसम कई प्रकार से प्रभाव डालता है।

इन प्रमुख संकल्पनाओं में से पहली (पानी की तीन अवस्थाएँ) और चौथी (ताप की माप) संकल्पनाएँ, वायु, जल तथा मौसम के बारे में और भी अधिक जानकारी के लिए मूल आधार हैं और इनकी ओर विशेष ध्यान देने की आवश्यकता है। अन्य तीन संकल्पनाएँ वर्णनात्मक हैं और बच्चों को आसानी से समझ में आ जाएँगी। इसलिए कुछ अध्यापक सबसे पहले संकल्पना एक और चार पर विचार करना चाहेंगे।

1. पानी तीन परिवर्तनीय रूपों में रहता है

वयस्क लोग यह जानते हैं कि समुचित अवस्थाओं में तरल जल बर्फ या वाष्प में बदला जा सकता है और इन रूपों से उसे फिर तरल पानी के रूप में लाया जा सकता है। बच्चे पानी के इन तीनों रूपों के परस्पर संबंध को नहीं समझते।

वे समझते हैं कि बर्फ़ पानी का ठोस रूप नहीं है बल्कि कोई अलग चीज़ है। पानी के गैस रूप जैसे जल-वाष्प या भाप की ओर तो बच्चों का ध्यान बहुत कम जाता है। बच्चे बर्फ़ की ठंडेपन और भाप या जल-वाष्प को उष्णता के साथ जोड़ते हैं। पानी के इन तीनों रूपों के साथ ऊर्जा का जो संबंध है, उसे भी बच्चे नहीं जानते।

इस कक्षा-स्तर पर इस संकल्पना को पढ़ाने में बच्चों को इतना समझा देना काफ़ी है कि पानी तीनों रूपों या अवस्थाओं में मिलता है और एक से दूसरे रूप में परिवर्तन को नियंत्रित किया जा सकता है। यह एक ऐसा ठोस आधार होगा जिस पर आगामी वर्षों में अन्य संकल्पनाएँ आधारित हो सकती हैं। आगे की ये संकल्पनाएँ पदार्थ के अणु सिद्धांत और पदार्थ के तीनों रूपों में ऊर्जा-संबंध के बारे में होगी।

1 (क). बर्फ़ पिघलती है और पानी में परिवर्तित हो जाती है

यद्यपि बच्चे यह जानते हैं कि बर्फ़ पिघलती है पर वे पिघलने की प्रक्रिया के ब्यौरे के बारे में नहीं जानते और ठीक-ठीक वे यह भी नहीं जानते कि इसके पिघलने के बाद कौन-सी चीज़ बच जाती है। बच्चों को पिघलने की प्रक्रिया के बारे में ऐसे निजी अनुभवों द्वारा मदद की जा सकती है, जिनका ध्यानपूर्वक प्रेक्षण करना ज़रूरी है। ये अनुभव इस प्रकार के हो सकते हैं।

अन्वेषण	बर्फ़ के पिघलने पर क्या होता है?	आवश्यक सामग्री बर्फ़ रखने का साफ़ बर्तन (काँच का गिलास अच्छा रहेगा)

बर्फ़ के कुछ टुकड़े लीजिए जो साफ़ पीने के पानी से बने हों। बर्फ़ के पिघलने का ऐसा प्रबंध कीजिए कि बच्चे इसे अच्छी तरह देख पाएँ जैसा कि चित्र 2-31 में दिखाया गया है। यहाँ कुछ ऐसे प्रेक्षण हैं जिन्हें करने के लिए उन्हें प्रोत्साहित किया जा सकता है:

1. बर्फ़ ठंडी होती है भले ही इसका टुकड़ा बहुत छोटा हो या बड़ी देर से पिघल रहा हो।
2. बर्फ़ बाहर की सतह पर से ही पिघलती है भीतर की ओर से नहीं।
3. बर्फ़ गर्मी पाकर अधिक तेज़ी से पिघलती है न कि ठंडक पाकर।
4. बर्फ़ के किसी टुकड़े का भार उतना ही होता है, जितना उसके पिघलने पर बने पानी का होगा।
5. बर्फ़ पानी पर तैरती है।
6. बर्फ़ के पिघलने में समय लगता है, यह फौरन ही नहीं पिघल जाती।
7. बर्फ़ के पिघलने पर जो तरल पदार्थ बनता है वह साफ़ पानी के अन्य नमूनों से भिन्न नहीं होता।

बच्चों से जब इन प्रेक्षणों के बारे में बातचीत की जाए तो उन्हें यह समझने में मदद देना चाहिए कि पानी और बर्फ़ एक ही पदार्थ के दो भिन्न रूप हैं, तथा पिघलना एक ऐसा प्रक्रम है जिसमें गर्मी की आवश्यकता होती है।

चित्र 2-31
बर्फ़ का पानी में बदलना महत्त्वपूर्ण और मनोरंजक होता है।

बच्चों को हिमनदी (ग्लेशियरों) या बर्फ़ से ढके मैदानों या हिमखंडों (आइसबर्ग) के चित्र दिखाइए जो पिघलकर नदियाँ निर्मित कर देते हैं। बर्फ़ के एक टुकड़े का पिघलने से पहले का और बाद का रेखाचित्र दिखाइए या बनाइए।

1 (ख). पानी जमता है और जमकर बर्फ़ में परिवर्तित हो जाता है

बहुत से बच्चों ने कभी भी पानी के जमकर बर्फ़ बनने की प्रक्रिया को नहीं देखा होगा। यदि रेफ़्रिजिरेटर मिल जाए तो यह प्रक्रिया दिखाई जा सकती है या देश के उन भागों में सर्दियों में दिखाई जा सकती है जहाँ बहुत कड़ाके की ठंड पड़ती है। यदि कहीं से बर्फ़ मिल जाए तो इसके और नमक के मेल से पानी को जमाकर बर्फ़ बनाया जा सकता है। इस प्रकार के प्रयोगों से और काफ़ी ध्यान देकर देखने से बच्चे पानी के जमने की प्रक्रिया के बारे में काफ़ी समझ सकते हैं।

अन्वेषण | **पानी के जमने पर क्या होता है?**

आवश्यक सामग्री
साफ़ पानी, कड़ाह, रेफ़्रिजिरेटर या नमक और बर्फ़ का मिश्रण

यदि रेफ़्रिजिरेटर मिल सके तो उसमें नहीं तो बाहर मौसम बेहद ठंडा हो तो कुछ साफ़ (पीने योग्य) पानी को जमाकर बर्फ़ बनाइए। यदि आवश्यक हो तो नियंत्रित स्थितियों में पानी को जमाने के लिए बर्फ़ और नमक का इस्तेमाल कीजिए (जैसा कि आइसक्रीम बनाने की मशीन में करते हैं)। देखिए चित्र सं॰ 2-32। बच्चों को इस प्रकार के पर्यवेक्षण करने को प्रोत्साहित कीजिए जैसे :

1. जमने (बर्फ़ बनने) के लिए पानी को बहुत ठंडा हो जाना चाहिए।
2. जितनी ही अधिक ठंडक मिलेगी उतनी ही शीघ्रता से बर्फ़ जमेगी।
3. जमने से पहले पानी का जितना भार होता है जम जाने पर इसके बर्फ़ का भार भी उतना ही होता है।
4. पानी के जमकर बर्फ़ बनने में समय लगता है—बर्फ़ फौरन ही नहीं जम जाती।
5. साफ़ पानी के जमने से जो बर्फ़ बन जाती है उसके पिघलने से फिर से साफ़ पानी बन सकता है।

इन प्रेक्षणों के बारे में बच्चों से बातचीत करते हुए उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि बर्फ़ और तरल पानी एक ही पदार्थ (पानी) हैं। ये दोनों उसके भिन्न-भिन्न भौतिक रूप मात्र हैं। उन्हें यह विचार ग्रहण करने में मदद दीजिए कि जमना एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें पानी की गर्मी निकाल ली जाती है। अब इस का और इस प्रमुख संकल्पना की उप-संकल्पना (क) और उसके प्रयोग से संबंध स्थापित कीजिए।

चित्र 2-32
पानी जमकर बर्फ़ बन जाता है : द्रव ठोस में बदल जाती है।

किसी झील या तालाब के जमने से पहले और जमने के बाद के चित्र बच्चों को दिखाइए। यदि पास में कोई बर्फ बनाने की मशीन या कारखाना हो तो उसे देखने जाइए।

1 (ग). पानी का वाष्पन होता है और वह जल-वाष्प में बदल जाता है

पहले की कक्षाओं में विद्यार्थी इस बात से परिचित हो चुके हैं कि पानी का वाष्पन—अर्थात तरल पानी का जल वाष्प बन जाना— होता है। वे यह भी जानते हैं कि गर्मी में और जब चारों ओर की हवा सूखी हो तो वाष्पन अधिक अच्छी तरह होता है। इस उपसंकल्पना से संबंधित प्रयोग भी वे कर चुके हैं। यदि आवश्यक हो तो वे प्रयोग फिर से दुहराए जा सकते हैं या इन प्रयोगों से जो प्रेक्षण किए गए थे, उनपर विस्तार से बात करना भी काफ़ी होगा। यहाँ कुछ ऐसे सिद्धांत दिए जा रहे हैं जो या तो नए प्रेक्षणों के द्वारा या पिछले प्रेक्षणों पर फिर से चर्चा करके समझाए जाने चाहिएँ।

चर्चा | **पानी के वाष्पन होने पर क्या होता है?**

1. जब पानी वाष्प में बदलता है तो यह अदृश्य हो जाता है।
2. वाष्पन में समय लगता है, यह प्रक्रिया तुरंत नहीं हो जाती।
3. सामान्य परिस्थितियों में वाष्पन खुली सतह पर से होता है, पानी के भीतरी भाग से नहीं।
4. जब पानी वाष्प बन जाता है तो इसमें घुले पदार्थ बच रहते हैं।
5. जब पानी का वाष्पन होता है तो यह अपने पर्यावरण से गर्मी खींचता है और इस प्रकार उसे ठंडा कर देता है।

इन प्रेक्षणों के बारे में जब बच्चों से चर्चा करें तो उन्हें यह समझने में मदद करें कि तरल पानी और जलवाष्प एक ही पदार्थ (जल) के भिन्न-भिन्न रूप हैं और यह भी बताइए कि वाष्पन की क्रिया में गर्मी की ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

पानी के वाष्पन के पहले और बाद के रूपों का चित्र बच्चों को दिखाइए।

किसी ऐसी झील या तालाब को जाकर देखिए या उसका हाल बच्चों को सुनाइए जिसमें बरसात में तो पानी भर गया हो पर कुछ महीनों के बाद ही सूख भी गया हो।

1 (घ). जल-वाष्प द्रवित होकर पानी में बदल जाता है

पहले की कक्षाओं में बच्चों को यह अनुभव मिल चुका है कि जल वाष्प द्रवित होकर पानी में कैसे बदल जाता है। अब यहाँ द्रवण में होनेवाले भौतिक परिवर्तन के स्वरूप पर जोर दिया जाएगा। जिस प्रकार के प्रयोग यहाँ दिए जा रहे हैं, उनसे बच्चे द्रवण में निहित परिवर्तन से और अधिक परिचित हो जाएँगे :

अन्वेषण

जल-वाष्प के द्रवण से क्या होता है?

आवश्यक सामग्री
साफ़ ठंडे पानी से भरी बाल्टी, कड़ाही, नमक या चीनी

किसी धातु या काँच के बर्तन में ठंडा पानी भर के उसके बाहर की सतह पर द्रवण की व्यवस्था कीजिए। बर्तन के भीतर पानी में नमक या चीनी घोली जा सकती है। अब बच्चों को बर्तन के बाहरी सतह पर बनते हुए कुहासे की ओर ध्यान देने के लिए कहिए। उनसे पूछिए कि यह कहाँ से आया। उन्हें इस बात की अनुमति दे सकते हैं कि वे चख कर देख सकें कि क्या इसमें मीठा या नमकीन स्वाद है। अब द्रवित पदार्थ को नीचे की ओर बहने दीजिए और इसे एक साफ़ छिछली कड़ाही में इकट्ठा कर लीजिए। बच्चों से कहिए कि वे इस द्रवित पदार्थ को देखकर व चखकर परखें। इस सारे प्रयोग के दौरान उन्हें ये प्रेक्षण करने को प्रोत्साहित कीजिए :

1. यह पानी जो जलवाष्प के द्रवण से मिलता है स्वच्छ और निर्मल होता है।
2. द्रवण ठंडी सतह पर तेज़ी से होता है।
3. जब जलवाष्प द्रवित हो जाता है तो इसमें और शुद्ध जल में कोई अंतर नहीं रहता।

अन्वेषण

पानी कैसे आसवित किया जाता है?

आवश्यक सामग्री
पाइरैक्स बोतल, बोतल का मुँह बंद करने के लिए रबड़ की एक छेद वाली डाट, काँच या धातु की छोटी सी नलकी, रबड़ की नलकी, पतली सी बोतल या परख नली, काँच का जार, पानी, नमक या चीनी, ऊष्मा स्रोत

चित्र 2-33
आसवन में पानी को नियंत्रित स्थिति में खौलाया और पुनः द्रवित किया जाता है।

चित्र 2-33 की तरह एक खौलनेवाले पानी की बोतल, जोड़नेवाली एक नलकी, एक पतली बोतल और ठंडे पानी का प्रबंध कीजिए। बोतल के पानी को खौलाइए और इसकी भाप को पतली बोतल में जाने दीजिए जो कि ठंडे पानी में डूबी हुई है। बच्चों को छोटी बोतल में दिखाई देनेवाले पानी की ओर ध्यान देने को कहिए। उनसे पूछिए कि यह पानी कहाँ से आया। यदि वे कहें कि कुछ पानी बड़ी बोतल से छलक कर छोटी बोतल या परख नली में आ गया है तो इस अन्वेषण को खौलनेवाले पानी में चीनी या नमक मिलाकर दुहराने को कहिए। फिर वे पतली बोतल या परख नली के पानी को चखकर यह जान सकते

हैं कि उनका विचार कहाँ तक ठीक था। यही प्रयोग छोटी बोतल को ठंडे पानी से निकाल कर करने को कहिए। अब बच्चों को यह दिखाइए कि पतली बोतल बहुत गर्म हो गई है और द्रवण अब पहले की अपेक्षा बहुत ही थोड़ा हुआ है। बच्चों को इस प्रकार के प्रेक्षण करने के लिए प्रोत्साहित कीजिए :

1. द्रवण के दौरान, जल-वाष्प (और भाप) तरल रूप में बदल जाता है।
2. जल वाष्प से द्रवित जल भी अन्य पानी की तरह ही होता है, अंतर इतना ही है कि इसमें अपद्रव्य नहीं होते।
3. द्रवण से वह सतह (बोतल की दीवारें) गर्म हो जाती हैं जिस पर द्रवण होता है।
4. द्रवण से गर्मी की ऊर्जा निकलती है।

बच्चों के साथ इनमें से एक या दोनों प्रयोगों के बारे में चर्चा करते हुए द्रवण की प्रक्रिया का वाष्पन की प्रक्रिया से संबंध जोड़ने का प्रयत्न कीजिए। उनकी यह भी समझने में मदद कीजिए कि ये दोनों प्रक्रियाएँ भौतिक रूप से एक दूसरे के विपरीत हैं। उन्हें ऐसा समझाइए कि जहाँ वाष्पन में गर्मी की आवश्यकता होती है वहाँ द्रवण में गर्मी निकलती है। इस विचार को ग्रहण करने में भी उनकी मदद कीजिए कि तरल जल, जलवाष्प और भाप ये सब एक ही पदार्थ अर्थात् जल के ही विविध रूप हैं।

आसुत जल (डिस्टिल्ड वाटर) के उपयोगों के बारे में बच्चों से चर्चा कीजिए। जैसे, मोटर की बैटरियों में और रसायनिक प्रयोगशालाओं में पेनिसिलिन का इंजैक्शन देने से पहले इसे भी आसुत जल में पतला कर लिया जाता है।

बच्चों का ध्यान इस ओर भी खींचिए कि जब बहुत ठंड पड़ती है तो रसोईघर की दीवार और खिड़कियों पर कुहासा (ओस) इकट्ठा हो जाता है। ओस तरल जल है जो जलवाष्प से द्रवित होकर बनती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

अध्यापकों के लिए आवश्यक है कि वे बच्चों की शिक्षा संबंधी संकल्पनाओं के बारे में कुछ न कुछ अवश्य जानते हों, भले ही सभी बातों का ज्ञान इस कक्षा में न दिया जा सके।

उचित परिस्थितियों में अधिकांश पदार्थ ठोस, तरल या गैस के रूप में रह सकते हैं। पानी जो सबसे अधिक सामान्य और परिचित वस्तु है, इस कथन का सबसे अच्छा उदाहरण है। पदार्थ के इन तीन रूपों—ठोस, तरल और गैस—को "पदार्थ की अवस्था" कहते हैं। बच्चों को अवस्था के परिवर्तनों के बारे में मोम के पिघलने या पैट्रोल के वाष्पन का उदाहरण देकर समझाया जा सकता है। अवस्था-परिवर्तन में केवल भौतिक परिवर्तन ही होता है। इसमें अणुओं में किसी प्रकार का परिवर्तन नहीं होता। अणुओं की स्थिति और परस्पर संबंध भी नहीं बदलते। पानी के अणु H_2O होते हैं।

इन अवस्थाओं के परिवर्तन में ऊर्जा का हाथ होता है। जब बर्फ पानी में बदलती है तो ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसी प्रकार पानी के वाष्प या भाप में बदलने के लिए भी ऊर्जा चाहिए। यह ऊर्जा उष्णता या गर्मी के रूप में होती है। दूसरी ओर जब यह परिवर्तन विपरीत दिशा में होता है अर्थात् वाष्प या भाप तरल रूप में और तरल रूप ठोस रूप में बदलते हैं तो इस परिवर्तन में ऊर्जा गर्मी के रूप में निकलती है।

स्थानीय और संसार के दूसरे भागों के मौसम संबंधी भिन्न-भिन्न प्रकार के चित्र बच्चों को दिखाइए।

बच्चों को जिस-जिस प्रकार के मौसम की उन्हें याद हो, उनका आरेख बनाने के लिए प्रोत्साहित कीजिए।

2 (ग). छाया की अपेक्षा धूप में अधिक गर्मी होती है

बच्चे यह जानते हैं कि दिन की अपेक्षा रात कुछ ठंडी होती है। कभी-कभी बच्चे ऐसा भी कहते हैं कि रात होने के कारण सूर्य नहीं दिखाई देता। वे यह नहीं समझते कि बात उल्टी है अर्थात् सूर्य के न रहने के कारण रात होती है। कारण सूर्य या धूप का न रहना है, अँधेरे का होना नहीं। इस प्रकार वे दिन की धूप और रात की ठंडक के संबंध को नहीं समझ पाते। इस बात को समझने के लिए इस प्रकार के प्रेक्षण और चर्चा बच्चों को सहायता मिलेगी।

चर्चा — **रातों की अपेक्षा दिन गर्म क्यों होते हैं?**

बच्चों से पूछिए कि 24 घंटे के दिन में सबसे ठंडा और सबसे गर्म समय कौन सा होता है। संभवतः वे यह कहेंगे कि तीसरे पहर को सबसे अधिक गर्मी होती है और तड़के-तड़के सबसे अधिक ठंड होती है। इस बात को और सरल कर दीजिए कि दिन में गर्मी होती है और रात में ठंडक होती है। यदि संभव हो तो एक या अधिक बच्चों को लगातार कई दिन और कई रात तक तापमापी (थर्मामीटर) के द्वारा तापमान मापने दीजिए। तापमान के बारे में केवल अनुमान लगाने की अपेक्षा ऐसा करना अच्छा रहेगा। बच्चों का ध्यान इस बात पर केन्द्रित करने का प्रयत्न कीजिए कि रात ठंडी क्यों होती है। यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि केवल रात होने से ठंड नहीं हो जाती बल्कि इस कारण होती है कि पृथ्वी के जिस भाग में रात होती है, उसमें उसे गर्म करने के लिए सूर्य नहीं होता। अगली उपसंकल्पना भी देखिए।

सुबह, दोपहर, शाम और रात को तापमान मापने के लिए तापमापी का प्रयोग कीजिए। इसके परिणामों पर बच्चों से कक्षा में बातचीत कीजिए।

इस प्रमुख संकल्पना के अंत में "अच्छी तरह समझने के लिए" वाले अनुभाग को भी अध्यापक को देख लेना चाहिए।

2 (ख). रात की अपेक्षा दिन गर्म होता है

बच्चे जानते हैं कि छाया की अपेक्षा धूप में अधिक गर्मी होती है। वास्तव में उन्हें यह स्मरण कराना अच्छा होता है कि यह उन बहुत सी बातों में से है जो उन्होंने खुद सीखी हैं। इसके बारे में न तो किसी बड़े व्यक्ति ने उन्हें बताया है और न ही उन्होंने इसे किसी पुस्तक में पढ़ा है। हाँ, इस बारे में शायद ही उन्हें कुछ ख्याल हो कि छाया की अपेक्षा धूप में गर्मी कितनी अधिक होती है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनकी सहायता से वे स्वयं इस बात का पता कर सकते हैं।

अन्वेषण | **तापमान के परिवर्तनों को हमारा शरीर कहाँ तक पता लगा सकता है?**

आवश्यक सामग्री
आँख पर बाँधने के लिए कपड़ा

एक बच्चे की आँख पर कसकर पट्टी बाँध दीजिए और फिर किसी बच्चे से कहिए कि वह पट्टी बँधे बच्चे को स्कूल के मैदान में धूप से छाँह में ले जाए। बच्चे से पूछिए कि वह धूप में है या छाया में। अब अन्य बच्चों को दिखाइए कि आँख पर पट्टी बँधी होने पर भी बच्चे ने कितनी जल्दी धूप और छाँह के तापमान का पता लगा लिया। यदि संभव हो तो एक या कई बच्चों से तापमापी द्वारा भिन्न-भिन्न धूप और छाया वाले स्थानों का तापमान लेने को कहिए कि दोनों प्रकार के स्थानों के तापमान में कितना-कितना अंतर है। बच्चों ने जो पता लगाया है, उसे ऊपर की उपसंकल्पना 2(ख) के साथ जोड़िए।

यह देखिए कि तेज धूप वाले दिन पशु कहाँ जाकर बैठते हैं।

बच्चों से पूछिए कि यदि स्कूल के बाहर कहानी सुनाई जाए तो वे कहाँ बैठकर कहानी सुनना पसंद करेंगे।

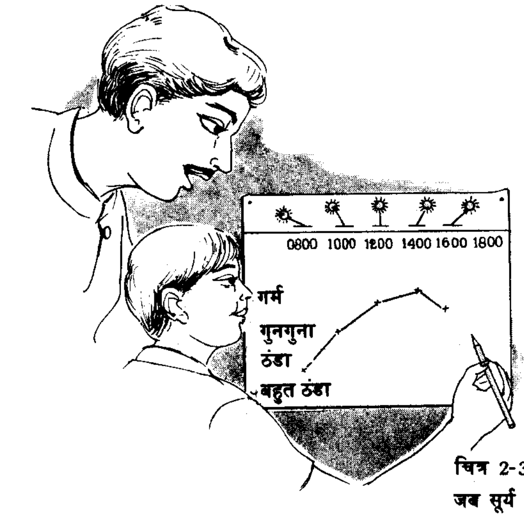
2 (घ). जब सूर्य ठीक सिर के ऊपर होता है तब, सूर्य की किरणों के तिरछी पड़ने के समय की अपेक्षाकृत, अधिक गर्मी होती है

बच्चे प्रायः यह समझते हैं कि दिन का सबसे ठंडा समय प्रातःकाल और संध्याकाल होता है। साथ ही वे मान लेते हैं ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ऐसा ही होना स्वाभाविक है। उन्हें यह समझने में सहायता दी जानी चाहिए कि तापमान में यह अंतर धूप के विभिन्न कोणों के कारण होता है। इस संबंध को समझने में इस प्रकार के प्रयोग सहायक हो सकते हैं:

अन्वेषण | **सारे दिन तापमान किस तरह बदलता रहता है?**

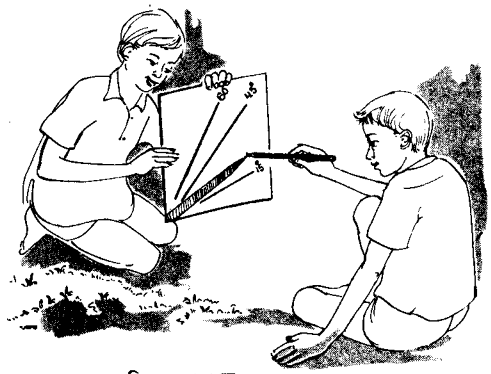
आवश्यक सामग्री
परकार (यदि संभव हो), चार्ट बनाने का सामान, तापमापी (यदि संभव हो)

कुछ बच्चों से कहिए कि वे किसी खास दिन के भिन्न-भिन्न तापमानों अर्थात् तापमान के अंतरों के बारे में बताएँ। इसके लिए यदि तापमापी (थर्मामीटर) मिल जाए तो अच्छा होगा अन्यथा आवश्यक नहीं है। एक ग्राफ़ या चार्ट बनाने में उनकी सहायता कीजिए, जिसमें दिन का समय बाईं से दाईं ओर को अंकित दिखाई पड़े और तापमान एक वक्र या टूटी हुई रेखा द्वारा दिखाया जाए। इस वक्र रेखा की ऊँचाई से तापमान का पता लगता है। यह कुछ-कुछ चित्र 2–34क की तरह होगा। इसके बाद बच्चे उसी चार्ट पर (चित्र 34ख देखिए) क्षितिज से सूर्य की किरणों का सारे दिन का कोण भी दिखा सकते हैं। 'सूर्य की किरणों के कोण' से यह तात्पर्य होगा कि सूर्य आकाश में कितना ऊँचा है। इस चार्ट की सहायता से बच्चों की समझ में यह आ सकेगा कि तापमान प्रायः तभी सबसे अधिक होता है जब सूर्य लगभग सिर के ऊपर होता है।



चित्र 2-34 क

और जब सूर्य क्षितिज के निकट होता है तथा इसकी किरणें पृथ्वी पर बहुत छोटे कोण बनाते हुए पड़ती हैं, तो ठंड होती है।



चित्र 2-34 ख

जब सूर्य लगभग सिर के ऊपर होता है तो उसकी किरणें उसके क्षितिज के निकट होने की अवस्था की अपेक्षा अधिक गर्मी पैदा करती हैं।

टॉर्च लेकर इसका प्रकाश दीवार पर सीधा या समकोण से डालिए। फिर किसी और कोण से प्रकाश डालिए। ऐसा करते हुए टॉर्च दीवार से समान दूरी पर रहनी चाहिए। बच्चों का ध्यान इस बात की ओर खींचिए कि जब प्रकाश सीधा डाला जाता है तो दीवार अधिक प्रकाशित होती है। जब दीवार पर प्रकाश की किरणें तिरछी पड़ती हैं तो उस पर इतनी रोशनी नहीं होती।

अध्यापक को इस प्रमुख संकल्पना के अंत के "अच्छी तरह समझने के लिए" अनुभाग को भी देख लेना चाहिए।

2 (ङ) दिन वातमय, वर्षामय या मेघाच्छन्न अथवा इन तीनों में से एक से अधिक अवस्थाओं से युक्त हो सकता है।

बहुत से बच्चे और बड़े भी अक्सर मौसम का वर्णन केवल इतना ही कहकर करते हैं कि आज मौसम "ठंडा" है या "बारिश" हो रही है। उन्हें यह बात समझनी चाहिए कि मौसम वास्तव में बहुत-सी बातों का मेल हुआ करता है। कुछ चुने हुए प्रयोगों से बच्चों को यह बात समझने में मदद मिल सकती है।

कक्षा प्रायोजना	मौसम का रिकार्ड रखिए	आवश्यक सामग्री मौसम का चार्ट बनाने के लिए सामान

बच्चों की एक समिति बनाकर उससे एक साधारण चार्ट या 'मौसम का कैलेण्डर' बनाने को कहिए। इसमें वे सरल शब्दों, अंकों या रेखाचित्रों द्वारा प्रति दिन मौसम की 'वे चीजें अंकित करें जिनसे मौसम

चित्र 2-35
मौसम का चार्ट रखने से बच्चों को प्रतिदिन के मौसम के भिन्न-भिन्न पक्षों के प्रेक्षण में सहायता मिलती है।

बनता है और जो ऊपर उपसंकल्पना 2(क) में बताई जा चुकी हैं। इनमें तापमान, आकाश की अवस्था, दृश्यता, धूप की चमक, हवा की दिशा तथा गति और यदि वर्षा है तो वह भी, शामिल हैं। इससे उनकी उन चीज़ों को प्रेक्षण करने की शक्ति बढ़ेगी, जिनसे मिलकर मौसम बनता है। इससे उन्हें यह महसूस करने में भी सहायता मिलेगी कि मौसम कई चीज़ों के मेल से बनता है। चित्र 2–35 देखिए।

बच्चों से पूछिए कि वे अधिक से अधिक कितने प्रकार के मौसम के नाम गिना सकते हैं। इनमें से कौन-से किन-किन के साथ मिल सकते हैं।

2 (च). बिना बादल वाली रातों की अपेक्षा बादलों वाली रातें गर्म होती हैं

अधिकतर लोग ऐसा समझते हैं कि बादलों वाले दिन साफ़ दिनों की अपेक्षा आमतौर से ठंडे होते हैं। वे समझते हैं कि पृथ्वी पर पड़ने वाली सूर्य की गर्मी के बादलों के कारण रुक जाने से ऐसा होता है। बहुत से लोग ऐसा भी समझने की गलती करते हैं कि बादल वाली रातें साफ़ रातों से ठंडी होती हैं। वास्तव में जब रात को बादल घिरे हों तो वह रात साफ़ रात की अपेक्षा गर्म होती है। इसका कारण स्पष्ट है क्योंकि बादल एक ऐसे घेरे का काम करते हैं जो पृथ्वी से निकलनेवाली गर्मी का विकिरण नहीं होने देता। यद्यपि इस परिस्थिति का विस्तृत कारण तीसरी कक्षा के बच्चे नहीं समझ सकते, किन्तु इतना अवश्य समझते हैं कि बादल वाली रातें साफ़ रातों से गर्म होती हैं। नीचे लिखे प्रयोगों से उन्हें इस बात का प्रेक्षण करने में सहायता मिल सकती है।

कक्षा प्रायोजना	बादल वाली रातें अधिक गर्म होती हैं या साफ़ रातें?	आवश्यक सामग्री तापमापी (यदि संभव हो)

कुछ बच्चों से कई सप्ताह तक दिन के एक ही समय जैसे कि 6 बजे सुबह का तापमान नोट करने को कहिए। वे यह भी देखें कि रात को बादल थे या मौसम साफ़ था। तापमापी (थर्मामीटर) होने से सहायता मिलेगी, किन्तु यह नितांत आवश्यक नहीं। इस प्रकार रखे हुए रिकार्ड से पता चलेगा कि कुछ अपवाद भले ही हों, किन्तु आमतौर से बादल वाली रातें साफ़ रातों से गर्म होती हैं।

बच्चों से बातचीत करते हुए रात के बादलों की एक परत की तुलना कंबलों की एक परत से कीजिए। बादलों का आवरण पृथ्वी से गर्मी ठीक उसी तरह नहीं निकलने देता जिस तरह कंबल ओढ़नेवाले के शरीर की गर्मी उससे दूर नहीं हो पाती।

अच्छी तरह समझने के लिए

दोपहर का समय जबकि सूर्य आकाश में सबसे ऊँचा रहता है, दिन का सबसे गर्म समय नहीं होता। यह इस कारण सही है कि पृथ्वी को जो कि रात में ठंडी हो चुकी होती है, फिर से गर्म होने में समय लगता है। इसी कारण से 21 जून के दिन जबकि आकाश में सूर्य सबसे ऊँचा होता है और दिन भी सबसे लंबा होता है, गर्मी वर्ष में सबसे अधिक नहीं होती। इसके कई सप्ताह बाद तक दिन इससे और भी गर्म होते हैं। यह इस कारण होता है कि रोज धूप पड़ते-पड़ते पृथ्वी को पूरा गर्म होने में समय लग जाता है।

आधी रात भी रात का सबसे ठंडा समय नहीं होता, न ही 21 दिसंबर साल का सबसे ठंडा दिन होता है। 21 दिसंबर (वर्ष का सबसे छोटा दिन) के कई सप्ताह बाद तक पृथ्वी जितनी तेज़ी से गर्मी को खोती रहती है, उतनी तेज़ी से गर्मी को सोखती नहीं। रात में पृथ्वी आधी रात के बहुत बाद तक गर्मी छोड़ती रहती है, और यह क्रम तब तक चलता रहता है जब तक सूर्य नहीं निकल आता।

यदि बच्चे ये बातें उठाएँ तो उन्हें संक्षेप में समझाया जा सकता है। यदि ये बातें न उठाई जाएँ तो अध्यापक को इस कक्षा में इन्हें समझाने की आवश्यकता नहीं है। फिर भी अध्यापक को इस तापमान-पश्चता की परिस्थिति को समझ लेना चाहिए, क्योंकि इसके बिना उपसंकल्पना 2 (ख) और 2 (घ) के प्रयोगों के संबंध में बच्चे जो प्रेक्षण करेंगे उन पर बहुत असर पड़ेगा।

3. मौसम बदलता है

पहली कक्षा में बच्चे यह सीख चुके हैं कि मौसम में विविधता होती है और मौसम समय-समय पर बदलता रहता है। अब इस तीसरी कक्षा में उन्हें यह देखने का मौका मिलेगा कि किन परिस्थितियों में मौसम बदलता है और उन्हें मौसम के प्रकारों के बारे में भी विस्तार से जानकारी होगी।

3 (क). मौसम प्रति-दिन तथा समय-समय पर बदल सकता है

मौसम के बदलने का कोई बहुत निश्चित ढंग या प्रकार नहीं है। मौसम में परिवर्तन दिन में या रात में या कई दिनों या कई सप्ताहों के उपरांत हो सकता है। प्रति दिन भी मौसम नहीं बदलता और कभी-कभी एक ही दिन में मौसम दो या अधिक बार बदल जाता है। नीचे लिखे जैसे प्रयोगों से बच्चों को इस संकल्पना को समझने में मदद मिलेगी।

कक्षा प्रायोजना | **क्या मौसम के बदलने का कोई खास ढंग है?** | **आवश्यक सामग्री** चार्ट बनाने का सामान

कुछ बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे मौसम को ध्यान से देखें और अपने प्रेक्षणों को सरल "मौसम चार्ट" या "मौसम कैलेण्डर" में दर्ज करें, जैसा कि उपसंकल्पना 2 (ङ) में ऊपर बताया गया है। जब मौसम बदले, तब उन्हें विशेष ध्यान रखने के बारे में सावधान कर दें। उन्हें यह जानकर आश्चर्य होगा और वे यह जानकर खुश भी होंगे कि मौसम हमेशा दिनों के बीच में (अर्थात् रात में) ही नहीं बदलता बल्कि वे देखेंगे कि कई बार मौसम रात में बदलता है और कई बार दिन में। एक बात यह भी है कि प्रति-दिन मौसम का बदलना आवश्यक नहीं। विद्यार्थियों से मौसम की लंबी अवधि के परिवर्तनों पर ध्यान रखने को भी कहिए। ये परिवर्तन कई दिन या कई सप्ताह में हो सकते हैं जैसा कि ऋतु का परिवर्तन होता है।

बच्चों से कक्षा में इस बात पर चर्चा कीजिए कि मौसम में पिछली बार परिवर्तन कब हुए थे? यह भी पूछिए कि यह परिवर्तन कैसा था। उन्हें आगे के परिवर्तन के बारे में बताने को भी उत्साहित कीजिए। देखिए कि उनकी भविष्यवाणियाँ कितनी सही होती हैं।

3 (ख). तूफ़ान के कारण भी मौसम बदल सकता है

कई बार तूफ़ान के पहले या तूफान के बाद मौसम बदल जाता है। अक्सर मानसून से पहले आकाश में बादल घिरने शुरू हो जाते हैं जो दिनों दिन बढ़ते ही जाते हैं। फिर एक दिन कभी जोरों की आँधी चलने लगती है जो हवा में बहुत गर्द गुबार भर देती है और देखते ही देखते घंटे-दो-घंटे में वर्षा होने लगती है। वर्षा के थोड़े और हल्के अंधड़ से अक्सर मौसम में फर्क पड़ जाता है। इस प्रकार के मौसम के परिवर्तन को समझने में नीचे लिखी बातचीत के प्रयोग से सहायता मिल सकती है।

बाहरी प्रेक्षण | **तूफान से ठीक पहले मौसम कैसा होता है?**

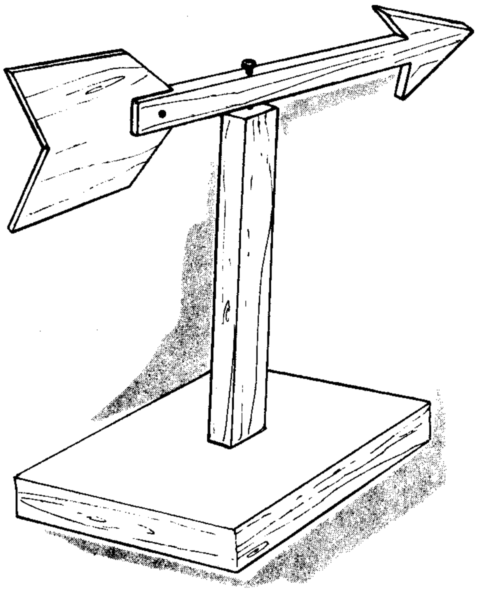
बच्चों से पूछिए कि क्या उन्हें याद है कि जो पिछला तूफान आया था उससे पहले कैसा मौसम था। यदि यह इकाई पढ़ाते समय तूफान आ जाए तो कक्षा के बच्चों से उसकी ओर विशेष ध्यान देने को कहिए। खासतौर से उस परिवर्तन को नोट कीजिए जो तूफान के शुरू होते ही मौसम में दिखाई देता है। तूफान के रूप में आँधी हो सकती है या वर्षा का अंधड़ भी हो सकता है। तूफान से आकाश, हवा और तापमान में फर्क पड़ जाता है। शायद कुछ बच्चे भीषण तूफानों के बारे में अपने माँ-बाप से सुनी कहानियाँ भी सुनाएँ।

बच्चों से बाहर के मौसम को बहुत ध्यान से देखने को कहें। क्या उस समय के मौसम को देखकर वे तूफान आने के बारे में भविष्यवाणी कर सकते हैं? वे वर्तमान मौसम के प्रेक्षण के आधार पर किस प्रकार से भविष्यवाणी करते हैं, इसका विश्लेषण करने में उनकी सहायता कीजिए।

3 (ग). पवन की दिशा बदलने से मौसम बदल सकता है

किसान और मल्लाह या अन्य ऐसे लोग जो बाहर ही रहते और काम करते हैं पवन की दिशा में परिवर्तन को देखकर पहचान लेते हैं कि मौसम में परिवर्तन होनेवाला है। हवा के बदलने से मौसम बदलने का संबंध बतानेवाले "नियम" देश के एक भाग से दूसरे भाग में बहुत कुछ भिन्न होते हैं। इन नियमों के बारे में या तो स्वयं के बहुत ध्यानपूर्वक प्रेक्षणों से या इस बारे में अधिक अनुभव रखनेवाले व्यक्तियों से सुनकर जानकारी हो सकती है। यहाँ पर एक रचनात्मक प्रकार का प्रयोग बताया जा रहा है, जिससे बच्चों को हवा की दिशा बदलने के बारे में प्रेक्षण करने में सहायता मिलेगी।

निर्माण	क्या हम पवनसूचक बना और इस्तेमाल कर सकते हैं?	आवश्यक सामग्री लकड़ी, कीलें, गत्ता, मामूली औजार



बच्चों को लकड़ी या गत्ते का एक साधारण पवनसूचक (हवा की दिशा बतानेवाला) बनाने में मदद दीजिए जैसा कि चित्र 2-36 में है। यदि यह संभव न हो तो बच्चे को धुएँ का उड़ना देखकर या मुट्ठी भर धूल ऊपर को उड़ाकर पवन की दिशा मालूम करने की विधि बताइए। कई सप्ताह तक दिन में कई बार हवा की दिशा का रिकार्ड ध्यान से रखने को प्रोत्साहित कीजिए। पवन की दिशा का ऊपर बताए मौसम-कैलेण्डर की दृष्टि से भी अध्ययन हो सकता है। अक्सर छात्र यह पाएँगे कि मौसम में खास परिवर्तन, पवन में परिवर्तन के साथ ही होते हैं।

चित्र 2-36
साधारण पवनसूचक से मौसम संबंधी प्रेक्षण अच्छी तरह और दिलचस्प तरीके से हो सकते हैं।

स्थानीय किसानों से पूछिए कि क्या उनके पास कोई ऐसा नियम है जिससे हवा के बदलने और वर्षा आने में कोई संबंध ज्ञात हो सके।

स्थानीय किसानों से वर्ष में भिन्न-भिन्न समय पर चलनेवाली हवाओं को पहचानने में मदद लीजिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

मौसम-विज्ञान बड़ा जटिल विषय है। मौसम के बारे में भविष्यवाणी करने के लिए बहुत तकनीकी कौशल और विशेष प्रकार के यंत्रों की आवश्यकता पड़ती है। अध्यापक और विद्यार्थियों को यह आशा नहीं करनी चाहिए कि वे मौसम के कुशल भविष्यवक्ता हो सकते हैं। बल्कि स्कूल की प्राथमिक कक्षाओं में तो बच्चों को केवल मौसम के परिवर्तन के प्रकार, मौसम की अवस्थाओं के सामान्य कारणों और व्यावसायिक मौसम-विज्ञानियों के जटिल तथा उपयोगी काम के बारे में जानकारी देना ही अभीष्ठ है।

4. तापमान मापने के लिए तापमापी का इस्तेमाल होता है

तीसरी कक्षा के बच्चों को तापमापी (थर्मामीटर) के बारे में प्रायः कुछ अनुभव हो जाता है। इन पृष्ठों में विज्ञान सीखने के जो उपाय अब तक बताए जा चुके हैं उनके लिए तापमापी का इस्तेमाल सुझाया गया है। फिर भी अभी तक तापमापी को केवल मापने का एक उपयोगी साधन या आला ही माना गया है। यह कैसे काम करता है इस ओर ध्यान नहीं दिया गया है। इस प्रमुख संकल्पना के अंतर्गत बच्चों को उन सिद्धांतों से परिचित कराया जाएगा जिनके आधार पर तापमापी काम करते हैं।

4 (क). जब तापमान में वृद्धि होती है तो इससे तापमापी के भीतर के द्रव का प्रसरण होता है और वह द्रव ऊपर उठ जाता है।

निरपवाद रूप से ठोस, द्रव तथा गैसें गर्म होने पर बढ़ती हैं और ठंडी होने पर सिकुड़ती हैं। सबसे अधिक सामान्य प्रकार का तापमापी इसी सिद्धांत पर काम करता है कि तापमान के परिवर्तन के साथ द्रव सिकुड़ता और बढ़ता है। द्रव के आयतन में परिवर्तन होने से द्रव एक बहुत महीन नली में ऊपर नीचे चढ़ता-उतरता है और इस प्रकार तापमान पढ़ा जा सकता है। यह द्रव पारा हो सकता है जो चाँदी की तरह चमकता है या फिर अलकोहल भी हो सकता है जिसे दिखाई देने के लिए लाल या नीला रँग दिया जाता है। खाली नलकी बहुत ही पतली--अक्सर बाल से भी पतली होती है। आगे के प्रयोगों में द्रव की जगह रंगीन पानी होगा और तापमापी एक साधारण बोतल और काँच की नली का बनाया जाएगा।

अन्वेषण | **क्या हम नमूने का तापमापी बना सकते हैं?**

आवश्यक सामग्री
बोतल, एक छेद वाली डाट, काँच की नलकी, रंगीन पानी

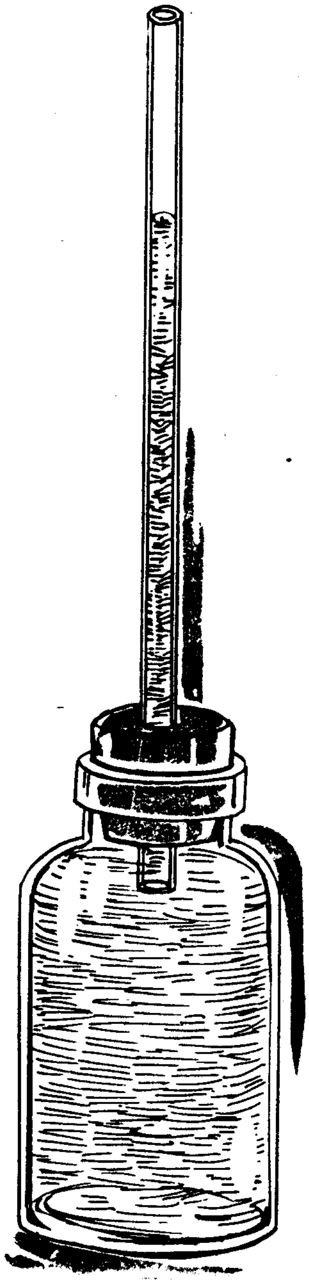
चित्र 2-37 की भाँति एक नमूने का तापमापी तैयार कीजिए। यह महत्त्वपूर्ण है कि इसकी तैयारी को बच्चे बराबर देखते रहें और जहाँ संभव हो आपकी मदद भी करें। यदि पहले से काम करके कक्षा में बच्चों को केवल उपकरण ही दिखाया गया तो प्रभाव इतना सार्थक नहीं होगा।

उपकरण का नमूना तैयार करने के लिए बोतल को रंगीन पानी से ऊपर तक भर लीजिए। काँच की नलकी को एक छेदवाली रबड़ की डाट में डालिए और डाट को भरी बोतल में लगा दीजिए। इससे रंगीन पानी नलकी में ऊपर चढ़ जाएगा।

यदि यह चीजें न भी मिल सकें तो सोडा पीने की नलकी या अन्य किसी पारदर्शी नलकी से काम लिया जा सकता है। कार्क में छेद करके उसमें इसे घुमा दीजिए और फिर पिघले मोम से इसे चारों ओर से अच्छी तरह बंद कर दीजिए।

जब यह नमूने वाला तापमापी गर्म होगा तो पानी फैलकर नलकी में ऊपर चढ़ेगा। जब तापमापी ठंडा होगा तो द्रव सिकुड़ेगा और नलकी में नीचे को उतरेगा। अच्छा तो यह होगा कि बच्चों को यह बताने की बजाय कि अब क्या होगा स्वयं उन्हींको पता लगाने को कहा जाए कि बोलो अब क्या होगा।

यह निरूपण-तापमापी बड़ा होता है और इसके गर्म या ठंडा होने में समय लगता है।



चित्र 2-37
थर्मामीटर का कामचलाऊ मॉडल बनाना सरल है।

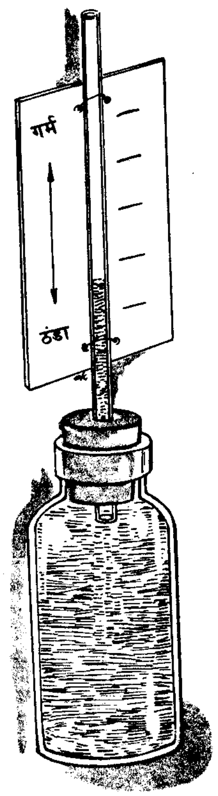
कक्षा में कोई साधारण तापमापी लेकर आइए। बच्चों से इस तापमापी और कक्षा में बनाए गए कामचलाऊ तापमापी की तुलना करने को कहिए। दोनों में क्या समानताएँ हैं? दोनों में क्या-क्या अंतर हैं?

4 (ख). तापमान को डिग्रियों में बताया जाता है

बच्चे और बड़े तापक्रम और उन डिग्रियों का जिनमें यह बँटा होता है, मतलब समझे बगैर ही इस्तेमाल करते रहते हैं। लोग यह नहीं समझते कि तापक्रम और डिग्रियाँ पूर्णतः यथेच्छ हैं। इस बात को बच्चों को अच्छी तरह समझाने के लिए बेहतर ढंग यह होगा कि वे कोई अपना मापक्रम (पैमाना) निश्चित कर लें, जैसा कि निम्नलिखित प्रयोगों में सुझाया गया है:

अन्वेषण | **तापक्रम का पैमाना कैसे तैयार किया जाता है**

आवश्यक सामग्री
निरूपण-तापमापी (पिछले अन्वेषण से), मापक्रम के लिए गत्ता



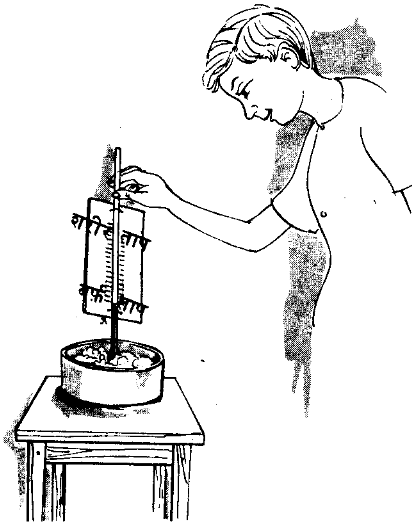
पहले प्रयोग में वर्णित कामचलाऊ तापमापी का ही इस्तेमाल कीजिए। नलकी पर गत्ते की एक पट्टी बाँध दीजिए। इस पर चित्र 2–38 की भाँति एक मापक्रम बनाया जाएगा। अब तापमापी को सबसे ठंडे स्थान में रखिए। जब तापमापी काफी देर तक ठंडा हो जाए तो द्रव के स्तर का मापक्रम पर निशान लगा दीजिए। इस निशान पर 'ठंडा' शब्द लिख दीजिए। अब इस कामचलाऊ तापमापी को कमरे के सबसे गर्म स्थान में या बाहर धूप में रखिए। इसे काफी समय तक गर्म होने दीजिए। द्रव के इस स्तर पर पैमाने पर 'गर्म' शब्द लिख दीजिए। अब "ठंडा" और "गर्म" निशानों के बीच की जगह को अपनी सुविधा के अनुसार चाहे जितने भागों में बाँट लीजिए। इस प्रकार चार, आठ या दस भाग अथवा "डिग्रियाँ" हो सकती हैं। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि यह उन्हीं का मापक्रम है और उन्हीं के तापमापी पर लागू होता है। इस प्रकार यह पूरी तरह से अपनी ही मर्जी का एक मापक्रम हुआ।

चित्र 2-38
मॉडल थर्मामीटर के लिए सरल माप बनाना आसान है।

अन्वेषण

क्या हम एक अच्छा मापक्रम बना सकते हैं ?

आवश्यक सामग्री
बिना मापक्रम (स्केल) का तापमापी, बर्फ़, गत्ता या कड़ा कागज़,



चित्र 2-39
किसी अच्छे तापमापी (थर्मामीटर) के लिए दो 'निश्चित बिन्दुओं' का होना आवश्यक है।

किसी सस्ते तापमापी को उसके मापक्रम (स्केल) से अलग कर लीजिए। गत्ते की एक पट्टी नलकी में फँसाइए। इस पट्टी पर अब नया मापक्रम बनाया जाएगा। चित्र 2–39 देखिए। इस पट्टी पर वहाँ निशान लगा लीजिए, जहाँ तक तापमापी के बल्ब को बर्फ़ के टुकड़ों में रखने पर उसका द्रव पहुँच जाए। फिर तापमापी को किसी बच्चे की जीभ के नीचे एक मिनट तक रखकर जहाँ तक उसका द्रव पहुँचे वहाँ निशान लगा दीजिए। अब "बर्फ चिह्न" और "जीभ चिह्न" एक तापक्रम के दो निश्चित बिन्दु हैं। दोनों चिह्नों के बीच की जगह को चाहे जितनी डिग्रियों में बाँटा जा सकता है। बच्चे के मुँह में तापमापी रखने से पहले सफ़ाई आदि के नियमों का पूरा ध्यान रखिए। तापमापी को अलकोहल में डालकर साफ कर लीजिए या साबुन के पानी से अच्छी तरह धो लीजिए।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

पहला अच्छा तापमापी फैरनहाइट ने बनाया

गैबरील फैह्रनहाइट एक जर्मन वैज्ञानिक था जो 18वीं शताब्दी के प्रारंभ में नौकरी के साथ-साथ अध्ययन कर रहा था। अन्य बातों के अलावा वह बड़ा कुशल कारीगर था और सूक्ष्म वैज्ञानिक यंत्र बनाया करता था। फिर भी उस समय तक कोई विश्वसनीय तापमापी नहीं बना था। तापमानों की बस एक दूसरे से तुलना होती थी और तापमान की यथार्थता का ठीक ज्ञान हो ही नहीं पाया था।

वैज्ञानिक साहित्य पढ़ते-पढ़ते फैह्रनहाइट को एक ऐसा लेख पढ़ने को मिला जिसमें सरल तापमापी का वर्णन था। लेखक ने यह भी लिखा था कि उसने इस तापमापी से यह पता लगाया है कि पानी सदा एक निश्चित तापमान पर ही खौलता है। (पर अब यह बात गलत सिद्ध हो गई है क्योंकि पानी का क्वथनांक वायु के दबाव के साथ घटता-बढ़ता है)।

क्योंकि फैह्रनहाइट स्वयं अत्यंत कुशल कारीगर और जिज्ञासु वैज्ञानिक था अतः ऐसा तापमापी स्वयं बनाने की उसकी बड़ी इच्छा थी। उसके सामने बहुत-सी समस्याएँ आईं पर उसने आद्य तापमापी को सुधारने का तरीका निकाल ही लिया। फिर तीन साल

के बाद आखिर उसने ऐसा तापमापी बना लिया जिससे उसे पूरा संतोष मिला। यह था तो विश्वस्त किन्तु इसका कोई मापक्रम नहीं था।

फैह्‌रनहाइट ने दो निश्चित बिन्दुओं को अपना मापक्रम तैयार करने के लिए बहुत कुछ वैसे ही इस्तेमाल किया, जैसे कि पिछले अन्वेषण में बताया गया है। अपने ठंडे बिन्दु के लिए उसने वह न्यूनतम तापमान लिया जो बर्फ और नमक के मिश्रण से प्राप्त होता है। उसने इसे 'तापमान का शून्य बिन्दु' माना। गर्म बिन्दु के लिए उसने एक स्वस्थ मनुष्य के शरीर का तापमान लिया जो उसने सोचा कि स्थिर होता है। उसने इसे '96° तापमान' माना। इन दोनों निश्चित बिन्दुओं के बीच के अंतर को उसने बराबर के 96 भागों में बाँटा। इस प्रकार उसने एक मापक्रम विकसित किया जो स्वाभाविक रूप से उसी के नाम पर "फैह्‌रनहाइट मापक्रम" कहलाया।

अब तो फैह्‌रनहाइट के समय से कहीं अच्छे स्केल बन चुके हैं। उदाहरण के लिए आधुनिक फैह्‌रनहाइट मापक्रम पर स्वस्थ मनुष्य के शरीर के मुँह का तापमान 98.6 डिग्री फैह्‌रनहाइट आता है। अब संसार के अधिकांश भागों में वैज्ञानिक, फैह्‌रनहाइट के तापक्रम का प्रयोग नहीं करते। इसके स्थान पर वे सेन्टीग्रेड मापक्रम का प्रयोग करते हैं। इस मापक्रम के अनुसार शुद्ध जल मानक या स्टैन्डर्ड दबाव की स्थितियों में 0° सें० पर जमता है और 100° सें० पर खौलता है। अधिकांश आधुनिक वैज्ञानिक इसे "सेंटीग्रेड मापक्रम" न कहकर "सेलसियस मापक्रम" कहते हैं। यह नाम स्वीडिश वैज्ञानिक एंडर्स सेलसियस के नाम पर पड़ा, जिसने पहली बार इस बात पर प्रकाश डाला।

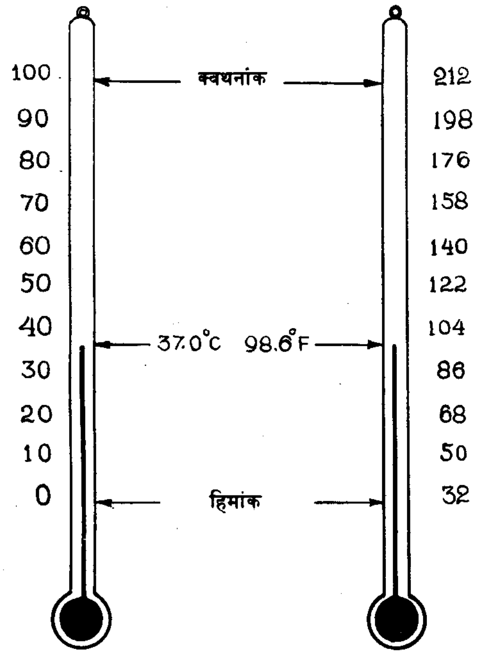
फैह्‌रनहाइट और सैन्टीग्रेड (सेलसियस) तापक्रमों की तुलना करने में बच्चों की मदद कीजिए। एक सेलसियस डिग्री, फैह्‌रनहाइट डिग्री के तापमान-अंतर से 1.8 गुना होती है। भारत में सब प्रकार के तामपान मापने के लिए सैन्टीग्रैड (सेलसियस) मापक्रम ही सरकारी तौर पर स्वीकार किया गया है। देखिए चित्र 2-40।

अच्छी तरह समझने के लिए

व्यापारिक द्रव तापमापी हमारे कामचलाऊ तापमापी (चित्र 2–37) से कई महत्त्वपूर्ण ढंगों से भिन्न होते हैं। उन तापमापियों में पानी की बजाय पारा या अलकोहल भरा होता है और वे आकार में छोटे होते हैं। इसके अलावा व्यापारिक तापमापी ऊपर से बंद होते हैं और उनकी नली के भीतर की हवा निकाल दी जाती है।

यदि तापमापी को उस डिग्री से अधिक गर्म किया जाए जिस पर द्रव नली के शीर्ष तक पहुँचता है, तो तापमापी के नीचे का बल्ब टूट जाएगा।

कुछ तापमापी दो भिन्न-भिन्न धातुओं की पतली-सी परत को साथ-साथ जमाकर सर्पिल आकार के बनाए जाते हैं। दोनों धातुएँ तापमान में परिवर्तन होने पर अलग-अलग मात्रा में बढ़ती या सिकुड़ती हैं। इससे यह सर्पिल या कमानी जैसी चीज ढीली या तंग हो जाती है। इसकी इस हरकत से एक सुई मापक्रम पर चलती है। सामान्यतः ऐसे तापमापी को, जिसमें सुई एक मापक्रम पर चलती है "कंपाउंड बार थर्मामीटर" या "बाइमेटलिक थर्मामीटर" कहते हैं।



चित्र 2-40
दोनों मापों से यह पता चलता है कि 180 फैहरनहाइट प्रभाग 100 सैल्सियस प्रभागों के बराबर होते हैं इसलिए 1.8 फैहरनहाइट प्रभाग 1 सैल्सियस भाग के बराबर हुआ।

5. काम, खेल-कूद, यात्रा और वस्त्रों पर मौसम का प्रभाव पड़ता है

मौसम के बदलने का लड़के-लड़कियों और स्त्री-पुरुषों पर बहुत प्रकार से असर पड़ता है। यद्यपि इन प्रभावों का यथार्थरूप में वैज्ञानिक सिद्धांत से कोई वास्ता नहीं फिर भी इनसे मनुष्य पर मौसम के प्रभाव का पता चलता है और यह भी पता चलता है कि प्राकृतिक घटनाओं के ज्ञान से इस प्रभाव को समझने में कितनी सहायता मिलती है। मनुष्य पर मौसम-परिवर्तन के जो अमुक प्रभाव पड़ते हैं, उनमें से तीन पर यहाँ विचार किया गया है। यहाँ जो तीन उपसंकल्पनाएँ दी जा रही हैं उन्हें सुरक्षा, आराम और आनंद इन तीन शीर्षकों के अंतर्गत रखना तर्कसंगत होगा।

5 (क). तूफ़ानी और कोहरेवाले मौसम में यात्रा करने में जोखिम होता है।

जब मौसम खराब हो तो यात्रा करना खतरनाक हो जाता है। चाहे यह यात्रा हवाई, समुद्री या स्थलीय किसी प्रकार की हो सबके बारे में ऐसा ही है। यहाँ कक्षा में चर्चा के लिए एक सुझाव दिया जा रहा है जिससे बच्चों को इस प्रकार के खतरों के बारे में जानकारी मिलेगी।

चर्चा — **किस तरह का मौसम यात्रा के लिए अच्छा होता है?**

बच्चों से पूछिए कि दिन में या वर्ष के किसी समय या कौन से मौसम में वे या उनके माता-पिता यात्रा करना या न करना पसंद करेंगे। इस बात की ओर उनका ध्यान खींचने की कोशिश कीजिए कि हर प्रकार

के मौसम में मनुष्य सुरक्षा के पक्ष का सबसे अधिक ख्याल रहता है। बातचीत में कुछ ऐसी कठिनाइयों, जैसे सड़क पर फिसलन के होने, जोर की हवाओं के चलने, दृश्यता में कमी, समुद्र की ऊँची-ऊँची लहरों के उठने, ओले पड़ने, सड़कों के बह जाने तथा सर्दी और गर्मी की अधिकता से पैदा होनेवाले खतरों को सामने लाएँ। बच्चों की यह समझने में मदद कीजिए कि इनमें से कौन से खतरे स्थलीय, समुद्री या हवाई यात्रा में हो सकते हैं।

बच्चों को ऐसे चित्र दिखाइए या ऐसी कहानियाँ सुनाइए, जिनसे उन्हें मौसम की खराबी के कारण होनेवाली भंयकर दुर्घटनाओं का परिचय मिले।

5 (ख). खराब मौसम में बाहर काम करना तथा खेलना कठिन और कष्टकर होता है

'खराब मौसम' का एक परिणाम यह होता है कि ऐसे मौसम में काम करने या खेलनेवालों को काफी कष्ट उठाना पड़ता है। भले ही खराब मौसम में बाहर निकलने में कोई खतरा न हो फिर भी यह सुखदायी न होकर कष्टदायक होता है। मनुष्य के काम-धंधे पर मौसम का जो प्रभाव पड़ता है उसके बारे में सुनिर्देशित बहस करने से बच्चे इन बातों को भली भाँति समझ सकते हैं:

चर्चा — **किस प्रकार के मौसम सबसे अधिक कष्टकर होते हैं?**

बच्चों से कहिए कि वे अपने अनुभव से ही यह बताएँ कि उन्हें काम करने या खेलने के लिए सबसे अधिक कष्टदायी मौसम कौन सा लगता है। उनसे ऐसे उत्तर की अपेक्षा की जा सकती है, जैसे कि बहुत गर्मी, आर्द्रता या बहुत सर्दी, वर्षा या तूफ़ान, तेज़ धूप और तेज़ हवा के कारण आँखों में धूल पड़ने से उन्हें सबसे अधिक परेशानी होती है। उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि इस मौसम की प्रकार की स्थितियों के कारण काम करना या खेलना असुविधाजनक होता है और यह उनके नित्य के जीवन पर मौसम के कारण पड़नेवाले प्रभावों में से एक है।

बच्चों से अपनी पंसद और नापसंद के मौसमों के सरल रेखाचित्र बनाने को कहिए।

5 (ग). सुहावना मौसम यात्रा, खेल या सैर-सपाटे के लिए अच्छा होता है।

कभी-कभी मौसम इतना बुरा नहीं होता कि काम करना या खेलना खतरनाक या कष्टकर हो। हाँ यह इतना खराब अवश्य हो सकता है कि बाहर काम करने में आनंद न आए। दूसरी ओर अच्छे मौसम में ऐसे काम बहुत अच्छे लगते हैं और मनुष्य को दिल लगाकर काम करने या खेलने को खुद मन करता है और वह पूरे दिल से अपना काम करता है। नीचे दी हुई चर्चा जैसी चर्चा करके बच्चों को इस बात के समझने में मदद दी जा सकती है।

चर्चा | **कौन-सा मौसम सबसे अधिक आनंददायक होता है ?**

बच्चों से पूछिए कि उन्हें दिन का या वर्ष का कौन सा समय सबसे अधिक आनंददायक लगता है। वे इस प्रकार के जवाब देंगे—"बहुत तड़के-तड़के" या "शाम की ठंड में" या "नवंबर से मार्च तक" या "भारी वर्षा के तुरंत बाद"। उन्हें यह बताने को उत्साहित कीजिए कि अपनी पसंद के मौसम में उन्हें कौन सी बात इतनी अच्छी लगती है। "आनंददायक तापमान", "साफ हवा" और "स्फूर्तिदायक वातावरण" या "बाहर रहने का मजा" जैसे उत्तरों की बच्चों से अपेक्षा करनी चाहिए। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि अच्छे मौसम का अर्थ केवल बुरा मौसम न होना ही नहीं होता बल्कि अच्छे मौसम के कुछ निश्चित वांछनीय लक्षण भी होते हैं।

बच्चों को किसी ऐसे दिन अपने साथ सैर-सपाटे के लिए ले जाइए, जब उन्हें सबसे ज्यादा मजा आए। उन्हें यह समझाइए कि सैर के लिए आज का दिन इसलिए चुना गया क्योंकि मौसम बड़ा सुहावना था।

अच्छी तरह समझने के लिए

अच्छे और खराब मौसम की प्रमुख संकल्पना का एक मुख्य उद्देश्य बच्चों को यह समझाना है कि वे मौसम और मनुष्य पर होनेवाले उसके प्रभाव के बारे में सोचें क्योंकि मौसम का मनुष्य पर बहुत प्रभाव पड़ता है, इसलिए वह इसके बारे में सोचता भी बहुत है। वह यह समझने की कोशिश करता है कि मौसम और इसके परिवर्तनों का कारण क्या है और इनके बारे में सही भविष्यवाणी कैसे की जा सकती है। मौसम की अवस्थाओं को भी मनुष्य अपनी इमारतों के भीतर नियंत्रित रखता है। इसके लिए वह इमारतें इस ढंग से बनाता है कि उसे छाया या हवा की अनुकूलता का लाभ मिले या वह वर्षा और हवा से बच सके। इसी तरह वह इमारतों और मकानों के भीतर हीटर लगाकर गर्मी पैदा करता है। कूलर लगाकर ठंडक पैदा करता है। कृत्रिम प्रकाश से प्रकाश और पंखों से कृत्रिम हवा पैदा करके घर के भीतर के मौसम पर और अधिक नियंत्रण रखने का प्रयत्न करता है। सारे संसार में लोग अब मौसम पर वास्तविक रूप से नियंत्रण रखने के बारे में धीरे-धीरे सीखते जा रहे हैं। मौसम-विज्ञान संबंधी आधुनिक अनुसंधान का उद्देश्य भी मौसम के बारे में अधिक समझना है ताकि इसके बारे में सही भविष्यवाणी तथा इस पर कारगर नियंत्रण किया जा सके।

इस संकल्पना और आगे की संकल्पना में बच्चे यह सीखना शुरू करेंगे कि सूर्य से निकलने वाली ऊर्जा का मौसम पर विविध रूपों में प्रभाव पड़ता है। यहाँ इस सर्व-साधारण बात की नींव डाली जाएगी कि पृथ्वी वास्तव में एक बहुत विशाल ताप इंजन है जो सूर्य की ऊर्जा को हर प्रकार के मौसम के पहलुओं और अन्य ऊर्जा रूपों में बदलता रहता है।

1 (क). सूर्य पृथ्वी को दिन में गर्म करता है

सूर्य का प्रकाश जिन वस्तुओं पर पड़ता है वे गर्म हो जाती हैं। ठंडे से ठंडे दिन भी सूर्य की धूप सुखद और उष्ण लगती है। इस बात को बहुत से बच्चे अपने ही अनुभव से जानते हैं। अन्य बच्चों को नीचे लिखे प्रयोग से समझाया जा सकता है कि सूर्य में गर्मी देने का गुण है।

अन्वेषण — **धूप से तापमान पर क्या प्रभाव पड़ता है?**

प्रात:काल जब ठंडक हो तो बच्चों से कहिए कि वे सबसे गर्म जगह की तलाश करें, लेकिन यह जगह आग या किसी कृत्रिम गर्मी के द्वारा गर्म की हुई नहीं होनी चाहिए, भले ही यह गर्म जगह घर के भीतर हो या बाहर। भिन्न-भिन्न बच्चे भिन्न-भिन्न स्थान चुनेंगे, भले ही वे स्थान भिन्न हों, लेकिन वे सब वहीं होंगे जहाँ धूप फैली होगी। साथ ही ये वही स्थान होंगे जहाँ घंटे-दो घंटे धूप पड़ चुकी होगी। अब बच्चों से पूछिए कि उनके द्वारा चुने गए स्थान उतने गर्म, जितने कि वे हैं, क्यों हैं? अब उनसे ठंडे स्थान चुनने को कहिए और यह समझाइए कि यह स्थान ठंडे क्यों हैं। उन्हें इस विचार को ग्रहण करने में मदद दीजिए कि धूप की गर्मी के कारण ही कोई स्थान गर्म होता है।

उनको यह प्रेक्षण करने में भी मदद दीजिए कि जब वे धूप में खड़े होते हैं तो उनके शरीर का धूप की ओर वाला भाग छाया की ओर वाले भाग से अधिक गर्म होता है।

सूर्य की किरणों को सकेन्द्रित करने के लिए आवर्धक लैंस का प्रयोग कीजिए। लेकिन इस बात की सावधानी अवश्य रखिए कि ऐसा करने से आग लग सकती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में एक-सी तीव्र धूप में ही कुछ चीजें अधिक गर्म होती हैं और कुछ कम। इस बारे में जो बात मुख्य है वह है वस्तु का रंग। सामान्यतः गहरे रंग की और खुरदरी वस्तुएँ धूप से अधिक गर्म होती हैं तथा हल्के रंग की और चमकदार वस्तुएँ कम गर्म होती हैं। दर्पण इसका एक विशेष उदाहरण है जो कि कड़ी धूप में भी थोड़ा ही गर्म होता है। इसी प्रकार खिड़की में से आनेवाली धूप से सर्दी के दिनों में भी कमरा भीतर से गर्म हो जाता है किन्तु खिड़की का शीशा स्वतः बहुत गर्म नहीं होता। जिन विद्यार्थियों को इस विषय में रुचि हो उन्हें यही बात साधारण से प्रयोगों द्वारा समझाई जा सकती है।

1 (ख). सर्दियों की अपेक्षा गर्मियों में सूर्य पृथ्वी को अधिक गर्म करता है क्योंकि गर्मियों में सर्दियों की अपेक्षा सूर्य अधिक देर तक रहता है (दिन बड़े होते हैं)।

गर्मियों में गर्मी अधिक होती है और सर्दियों में कम।

इसका एक कारण यह है कि धूप गर्मियों में अधिक देर तक रहती है और सर्दियों में इतनी देर नहीं। किन्तु बच्चों के सामने केवल इतना कहने से काम नहीं चलेगा। उन्हें स्वयं यह अनुभव प्राप्त करने में सहायता मिलनी चाहिए। नीचे लिखे जैसे प्रयोगों से अपनी इस बात के समर्थन में प्रमाण दिए जा सकते हैं।

अन्वेषण

गर्मी के दिन लंबे और सर्दी के छोटे क्यों होते हैं ?

आवश्यक सामग्री
बड़ी सी गेंद या मिट्टी की हाँडी, प्रकाश के लिए बत्ती, मिट्टी, छोटी सी सीधी छड़ी।

चित्र 2-41
इस सरल मॉडल से यह पता चलता है कि गर्मियों में दिन लंबे और सर्दियों में छोटे क्यों होते हैं।

इस प्रयोग के शुरू में पृथ्वी का अक्ष सीधा रहना चाहिए। यदि बच्चे इस बात पर आपत्ति करें तो इसे झुकाया भी जा सकता है और इसमें कोई कठिनाई नहीं होगी। किन्तु इस प्रयोग के पहले भाग में जब केवल इस बात पर महत्त्व दिया जा रहा हो कि पृथ्वी के घूमने से दिन और रात होते हैं तब पृथ्वी की धुरी को झुका रखने की आवश्यकता नहीं।

चित्र 2–41 की तरह दिन और रात होने में सूर्य के प्रभाव को अध्ययन करने के लिए पृथ्वी के मॉडल का प्रयोग कीजिए। यदि पृथ्वी का ग्लोब न मिले तो बड़ी-सी गेंद ले लीजिए। गेंद जितनी बड़ी होगी उतना ही अच्छा रहेगा। इसके लिए मिट्टी की बड़ी सी हाँडी अच्छी रहेगी। गेंद के दोनों ओर छोटी-छोटी लकड़ियाँ या छड़ियाँ लगाने के लिए गीली मिट्टी का इस्तेमाल कीजिए। दोनों ओर निकली हुई ये छड़ियाँ पृथ्वी का अक्ष मानी जाएँगी। यह प्रयोग यदि धूप में किया जाए तो बहुत अच्छा रहेगा किन्तु जब सूर्य आकाश में बहुत नीचे हो तब सर्वोत्तम होगा। यदि प्रकाश के लिए टॉर्च या लैम्प मिल जाए तो भी उपयुक्त रहेगा।

अब गेंद पर प्रकाश डालिए और बच्चों को यह दिखाइए कि पृथ्वी के आधे हिस्से पर सूर्य का प्रकाश पड़ रहा है और दूसरे आधे हिस्से पर अँधेरा है। अब गोले को उसके अक्ष पर घुमाइए और बच्चों को देखने दीजिए कि पृथ्वी पर किसी भी स्थान पर रात और दिन बारी-बारी से होते हैं। बच्चों से पूछिए कि पृथ्वी के मॉडल को किस दिशा में घूमना चाहिए। वे इस बात को ठीक बता सकते हैं, क्योंकि वे जानते हैं कि सूर्य पूर्व से उगता है और पश्चिम में डूबता है। उचित मॉडल के लिए पृथ्वी को ऊपर से देखने पर वामावर्त घुमाना चाहिए। गेंद या गोले पर बीच में

विषुवत रेखा का वृत्त खींच दीजिए। एक और वृत्त स्कूल के अक्षांश पर खींचिए (इसके लिए अपने शहर या गाँव का अक्षांश, नक्शा देखकर मालूम कीजिए)। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि जो दूसरा बड़ा दायरा खींचा गया है वह, वह रास्ता होगा जिसपर तुम्हारे गाँव या शहर के अक्षांश में चलकर कोई आदमी पृथ्वी का चक्कर लगा सकता है।

अब पृथ्वी के मॉडल के "उत्तरी ध्रुव" को जैसा कि रेखाचित्र में दिखाया गया है "सूर्य" की ओर झुका दीजिए। बच्चों को इस बात की ओर ध्यान देने को कहिए कि उनके गाँव का नियत अक्षांश-वृत्त अधिकतर धूप में रहेगा या अँधेरे में। यदि आपका स्थान विषुवत रेखा के बहुत पास ही नहीं है तो यह वृत्त सूर्य के प्रकाश में अधिक रहेगा, अँधेरे में कम। अब बच्चों को यह समझने में सहायता कीजिए कि इसका अर्थ यह हुआ कि पृथ्वी के चक्कर पूरा करने में जो 24 घंटे का समय लगता है उसमें से उनका गाँव या शहर सूर्य के प्रकाश में अधिक समय तक रहेगा और अँधेरे में कम समय के लिए रहेगा। अब उत्तरी ध्रुव को सूर्य से विमुख झुका कर यही प्रयोग कीजिए और यह समझने में बच्चों की सहायता कीजिए कि उनके स्थान में दिन छोटे और रातें बड़ी होंगी।

सामान्य अनुभव

सारे साल दिन की लंबाई कैसे घटती-बढ़ती रहती है?

बच्चों से पूछिए कि क्या उन्हें याद है कि साल का सबसे बड़ा दिन कौन सा होता है। उनमें से अधिकांश आसानी से बता सकेंगे कि वसंत के अंत में और गर्मियों में सूर्य जल्दी निकलता है और देर से छिपता है जबकि सर्दियों में और बरसात के बाद ऐसा नहीं होता। कक्षा में से कुछ ऐसे बच्चे छाँटिए जो सूर्योदय और सूर्यास्त के समय का रिकार्ड रखें। अब यह देखें कि वर्ष के भिन्न-भिन्न समय इनमें कितना अंतर पड़ता है। स्थानीय समाचार-पत्र में सूर्य के उगने और डूबने का समय देखिए। यदि संभव हो तो कई महीने पुराने अखबार निकालकर दिखाइए कि सूर्योदय का समय वर्ष के भिन्न-भिन्न दिनों में किस तरह बदलता है। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि 21 जून या इसके आसपास के दिन सबसे लंबे होते हैं और उधर 22 दिसंबर या इसके आसपास के दिन सबसे छोटे होते हैं। उनको यह समझने में भी सहायता कीजिए कि जब दिन लंबे होते हैं तो रातें छोटी होती हैं और जब दिन छोटे होते हैं तो रातें लंबी होती हैं।

विषुवत रेखा से दूर अर्थात ऊँचे अक्षांश पर दिन और रातों का अंतर और भी अधिक स्पष्ट रहता है। इन अपरिचित और दिलचस्प बातों के बारे में बच्चों को कहानियाँ सुनाइए। (नीचे के "अच्छी तरह समझने के लिए" को भी देखिए)।

अच्छी तरह समझने के लिए

पृथ्वी सूरज के चारों ओर प्रायः वृत्ताकार कक्षा में घूमती है। फिर भी पृथ्वी के घूमने का अक्ष इस कक्षा के समतल पर लंबवत् नहीं होता, बल्कि लंब से $23\frac{1}{2}$ डिग्री पर झुका होता है। पृथ्वी का अक्ष हमेशा ध्रुव तारे की ओर रहता है। इसका परिणाम यह होता है कि पृथ्वी का अक्ष या तो सूर्य की ओर झुका रहता है या सूर्य से दूर रहता है। यह सूर्य की ओर को बसंत के अंत में और गर्मियों के शुरू में और सूर्य से दूर पतझड़ के अंत में और सर्दियों के शुरू में होता है। यह परिवर्तन पृथ्वी के सूर्य का चक्कर लगाने में हर बार होता है और इसी के कारण मौसमों का वार्षिक चक्र चलता रहता है।

भारत के मध्य भाग में गर्मियों के दिन 13–14 घंटे के और रातें 10–11 घंटे की होती हैं। सर्दियों में दिन और रात की यह लंबाई इसकी उल्टी होती है। देश के सबसे उत्तरी भाग में मध्य ग्रीष्म का दिन 15 घंटे के करीब हो जाता है। वर्ष का सबसे बड़ा दिन 21 जून होता है। पर इस तारीख के करीब एक मास आगे पीछे तक के दिन लगभग इतने ही लंबे होते हैं। साल का सबसे छोटा दिन 22 दिसंबर होता है। पर इस तारीख के करीब एक मास आगे-पीछे तक के दिन भी प्रायः इतने ही छोटे होते हैं। विषुवत रेखा के पास रहने वालों के लिए दिन, साल भर बराबर 12 घंटे का ही रहता है। उत्तरी यूरोप और रूस के अक्षांश में गर्मियों के दिन बहुत ही लंबे होते हैं। उत्तरी ध्रुव वृत्त (66° उत्तरी अक्षांश) के ऊपर तो ग्रीष्म ऋतु के मध्य में दिन लगभग 24 घंटे के होते हैं अर्थात् सूर्य छिपता ही नहीं। यह क्षेत्र "मध्य रात्रि-सूर्य का प्रदेश" कहा जाता है। इसी प्रकार इन दूरस्थित उत्तरी अक्षांश के क्षेत्रों में सर्दियों में कई सप्ताह तक सूर्य के दर्शन ही नहीं होते।

1 (ग). गर्मियों में सर्दियों की अपेक्षा सूर्य सीधे सिर पर होता है इसलिए सूर्य की किरणें अधिक तीव्र होती हैं और पृथ्वी को अधिक गर्म करती हैं।

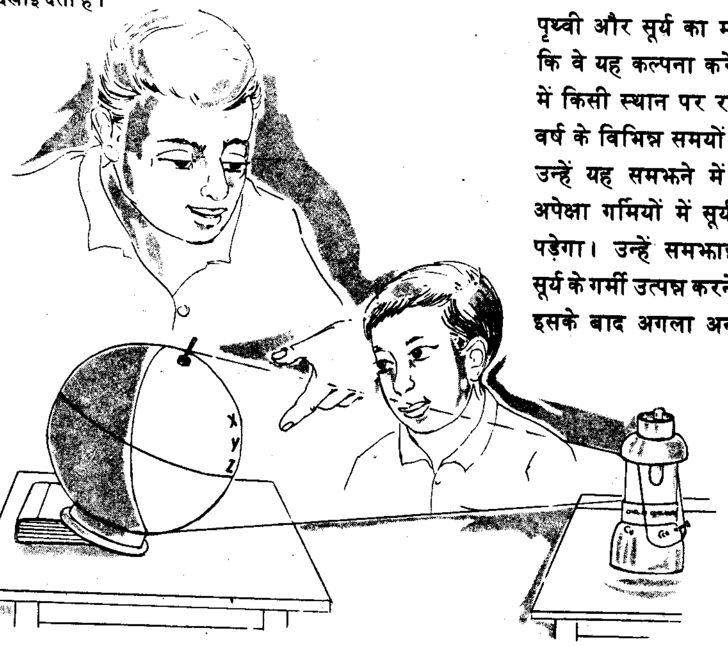
यद्यपि मौसमों के चक्र को बनाने में दिन और रात की लंबाई का काफ़ी महत्त्वपूर्ण योग रहता है पर इसका केवल यही एक मुख्य कारण नहीं है। यह बात भी काफ़ी महत्त्व की है कि सूर्य सिर के करीब-करीब सीधे ऊपर ही रहता है, और इसका भी बहुत प्रभाव पड़ता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग हैं जिनसे बच्चों को यह संबंध समझने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण

गर्मियों में सर्दियों की अपेक्षा सूर्य आकाश में अधिक ऊँचाई पर क्यों होता है?

आवश्यक सामग्री
गोला (पृथ्वी का मॉडल), प्रकाश के लिए बत्ती

चित्र 2-42
और अधिक उत्तर में स्थित जगहों से गर्मी में सूर्य और ऊँचा दिखाई देता है।



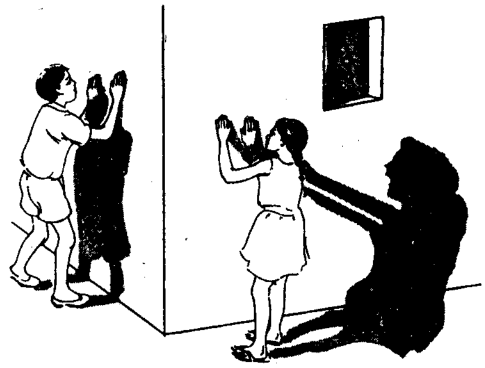
गेंद और प्रकाश को लेकर चित्र 2–42 की तरह पृथ्वी और सूर्य का मॉडल बनाकर बच्चों को कहिए कि वे यह कल्पना करें कि वे पृथ्वी के उत्तरी गोलार्ध में किसी स्थान पर रह रहे हैं। फिर वे यह सोचें कि वर्ष के विभिन्न समयों में उन्हें सूर्य कैसा दिखाई देगा। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि सर्दियों की अपेक्षा गर्मियों में सूर्य सिर के अधिक ऊपर दिखाई पड़ेगा। उन्हें समझाइए कि इस स्थिति के कारण सूर्य के गर्मी उत्पन्न करने के प्रभाव पर क्या असर पड़ेगा। इसके बाद अगला अन्वेषण लीजिए।

अन्वेषण

सूर्य की किरणों के कोण से उनके द्वारा उत्पन्न की गई गर्मी पर क्या प्रभाव पड़ता है?

आवश्यक सामग्री
काला कपड़ा या कागज़, तापमापी (यदि मिल सके तो)

कमरे के अंदर या बाहर ऐसे दो स्थान ढूँढ़िए जहाँ सूर्य की किरणें एक-जैसी सतहों पर पड़ें पर वे भिन्न-भिन्न कोणों से पड़ती हों। इसके लिए अच्छा यह रहेगा कि किसी काले कपड़े या कागज के दो टुकड़ों को इस तरह पकड़ कर खड़ा हुआ जाए कि दोनों पर सूर्य की किरणें भिन्न-भिन्न कोणों से पड़ें या जैसा कि चित्र 2–43 में सुझाया गया है बाहर की ओर दो ऐसी दीवारें हों जिन पर सुबह के सूरज की धूप भिन्न-भिन्न कोणों से पड़ती हो। कुछ मिनट तक कपड़े या कागज पर धूप पड़ने के बाद दोनों के तापमान के अंतर को हाथ से छूकर महसूस किया जा सकता है। यदि तापमापी (थर्मामीटर) हो तो यह अंतर सही-सही देखा जा सकता है। बच्चों को पहले से मत बताइए कि उनके सामने क्या बात आनेवाली है। उन्हें स्वयं अपने ही अनुभव से यह पता लगाने दीजिए कि जिस सतह पर सूर्य की किरणें सीधी (लगभग लंबकोण से) पड़ती हैं, वह अधिक गर्म होती है और जिस पर किरणें कोण से या तिरछी पड़ती हैं वह कम गर्म होती है।



चित्र 2-43
तिरछी किरणों की अपेक्षा सूर्य की सीधी किरणों से अधिक गर्मी निकलती है।

स्कूल की दो दीवारों के तापमान की तुलना कीजिए—एक दीवार ऐसी हो जिस पर सूर्य की किरणें सीधी पड़ती हों और दूसरी ऐसी हो जिस पर तिरछी पड़ती हों।

अच्छी तरह समझने के लिए

कारण न समझते हुए भी बड़े और बच्चे सभी किसी चीज को गर्म करने के लिए उसे गर्मी के स्रोत की ओर कर देते हैं। आग सेंकने के लिए बड़े और बच्चे अपना मुँह या हाथ आग की ओर कर देते हैं ताकि अधिक से अधिक गर्मी मिले। यदि और किसी बात का अंतर न हो, तो किसी पहाड़ी की उस ओर की मिट्टी गर्म होती है जिस ओर सूर्य की सीधी किरणें पड़ती हैं और जिस ओर सीधी किरणें नहीं पड़तीं, उस ओर की मिट्टी इतनी गर्म नहीं होती।

1 (घ). दिन में जल की अपेक्षा स्थल जल्दी गर्म हो जाता है और जल के ऊपर की हवा की अपेक्षा स्थल के ऊपर की हवा जल्दी गर्म हो जाती है

भिन्न-भिन्न वस्तुओं पर सूर्य का प्रभाव भिन्न होता है। केवल वस्तु के रंग के कारण नहीं बल्कि अन्य कारणों से भी ऐसा होता है। पृथ्वी पर मिलने वाली सबसे प्रचुर और सुलभ दो वस्तुएँ मिट्टी और जल इस बात के अच्छे और महत्त्वपूर्ण उदाहरण हैं। सूर्य की किरणों के पड़ने से मिट्टी जल्दी गर्म होती है और पानी देर में। बच्चों से केवल इतना ही कह देना काफी नहीं। उन्हें इस बात का नीचे दिया जैसा प्रमाण देना चाहिए ताकि वे स्वयं निष्कर्ष निकाल सकें।

अन्वेषण

मिट्टी या पानी में से कौन जल्दी गर्म होता है?

आवश्यक सामग्री
काँच के दो जार, सूखी मिट्टी, पानी, तापमापी (यदि मिल सके)

काँच के एक जार में सूखी मिट्टी भरिए और दूसरे में पानी। दोनों को ढक दीजिए। दोनों को रात भर रखा रहने दीजिए ताकि दोनों का तापमान समान हो जाए। यदि संभव हो तो दोनों का तापमापी से देखकर लिख लीजिए। अब दोनों जारों को उठाकर एक-से तापमान की अवस्था वाली धूप में करीब एक-दो घंटे तक रख दीजिए जैसा कि चित्र 2–44 में दिखाया गया है। पानी को चलाइए नहीं। दोनों जारों के तापमान का अंतर हाथ से छूकर देखने से ही पता लग जाएगा। यदि तापमापी से माप सकें तो और भी अच्छा होगा। बच्चों को यह समझने में सहायता दीजिए कि धूप से केवल स्थल ही जल की तुलना में शीघ्र गर्म नहीं हो जाता बल्कि स्थल के ऊपर की वायु भी इसकी गर्मी से गर्म हो जाती है और इसीलिए यह वायु भी जल के ऊपर की वायु से जल्दी गर्म हो जाती है।

चित्र 2-44
पानी की अपेक्षा मिट्टी धूप में जल्दी और आसानी से गर्म हो जाती है।

बच्चों से कहिए कि वे किसी अच्छी खिली धूप वाले दिन तालाब के पानी और उसी के किनारे की मिट्टी के तापमान की तुलना करके देखें या फिर किसी गहरे कड़ाह में भरे पानी को काफी समय तक धूप में रखने के बाद उसके तापमान और पास की मिट्टी के तापमान की तुलना करके देखें।

1 (ङ). रात को स्थल, जल की अपेक्षा जल्दी ठंडा होता है तथा स्थल के ऊपर की वायु जल के ऊपर की वायु की अपेक्षा जल्दी ठंडी होती है

जिस प्रकार दिन में धूप से मिट्टी और पानी के गर्म होने में अंतर है उसी प्रकार इन दोनों चीज़ों में रात के ठंडे होने में भी अंतर होता है। ऊपर जो प्रयोग बताया गया है उसी से मिलते-जुलते प्रयोग से विद्यार्थियों को इस नई बात के समझने में भी सहायता मिल सकती है।

अन्वेषण — **जल और मिट्टी में से कौन जल्दी ठंडा होता है?**

आवश्यक सामग्री
काँच के दो जार, सूखी मिट्टी, पानी, तापमापी (यदि उपलब्ध हो)

एक ही तरह के दो जारों को लेकर एक में पानी और दूसरे में अच्छी सूखी मिट्टी भर कर दोनों जारों को ढक दीजिए। दोनों को आग पर या और किसी तरह एक जैसे तापमान तक गर्म करने की व्यवस्था कीजिए। यदि संभव हो तो दोनों का तापमान तापमापी से देख लीजिए। अब तीसरे पहर या शाम के समय दोनों जारों को छाँह में ठंडा होने के लिए रख दीजिए। पानी को चलाइए नहीं। एक-दो घंटे तक रखे रहने के बाद दोनों के तापमान को मापिए। बच्चों की, यह नतीजा निकालने में सहायता कीजिए कि यदि और सब बातें एक-सी हों तो जल की अपेक्षा मिट्टी जल्दी ठंडी होती है।

बच्चों को यह याद दिलाइए कि यदि वे किसी ठंडी शाम को तैरे होंगे तो उन्हें पानी गर्म लगा होगा। वास्तव में आसपास की भूमि की अपेक्षा पानी अधिक देर तक गर्म रहता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

मिट्टी और पानी के गर्म होने की गति के अंतर का उनके ठंडे होने की गति के अंतर से बड़ा निकट संबंध है। इस अंतर का एक कारण तो दोनों वस्तुओं की भिन्न प्रकृति ही है। एक लिटर पानी को किसी निश्चित तापमान तक गर्म करने के लिए जितनी मात्रा में गर्मी की ऊर्जा (हीट एनर्जी) की आवश्यकता होगी, उससे कहीं कम एक लिटर मिट्टी को उसी तापमान तक गर्म करने के लिए चाहिए। इस अंतर के कुछ और भी कारण होते हैं।

एक बात यह है कि पानी पारदर्शक होता है और ताप-विकिरण भी प्रकाश-विकिरण की भाँति की सतह के नीचे तक पहुँच जाता है। इसका परिणाम यह होता है कि धूप के गर्म करने का प्रभाव सतह से कुछ गहराई तक बँट जाता है। दूसरी ओर मिट्टी पर जब धूप पड़ती है तो उसका प्रभाव केवल सतह तक ही सीमित रहता है।

दूसरी बात यह है कि पानी तरल होता है। इसमें संवहन धाराएँ उत्पन्न हो जाती हैं जो पानी की भिन्न-भिन्न तापमान वाली परतों को मिला देती हैं। यह बात शाम को पानी के ठंडा होने पर विशेषकर लागू होती है। जैसे ही ऊपर का पानी ठंडा हुआ कि यह थोड़ा सा भारी होकर नीचे बैठ जाता है और उसकी जगह कुछ गर्म पानी नीचे से ऊपर आ जाता है। इसका परिणाम यह होता है कि पानी काफी गहराई तक ठंडा होता चला जाता है जबकि मिट्टी की केवल ऊपर की परत ही ठंडी होती है।

मिट्टी और पानी के गर्म होने और ठंडे होने के अंतर का स्थानीय तथा बड़े पैमाने के मौसम के परिवर्तन में बहुत बड़ा हाथ होता है। आगे चलकर तापमान का यही अंतर स्थानीय

बयार पैदा करने और मानसूनों के मौसमी पैटर्न निर्धारित करने में काफी सहायक होता है। यह बात अगली प्रमुख संकल्पना में उठाई जाएगी। इस प्रमुख संकल्पना (1) और अगली प्रमुख संकल्पना (2) के संबंध को अच्छी तरह समझने में बच्चों की मदद करनी चाहिए।

2. गर्म वायु ठंडी वायु से हल्की होती है

जब हम वायु के भार की बातें करते हैं तो हमारा मतलब अक्सर वायु के कुछ आयतन विशेष के भार, जैसे एक घन मीटर से ही होता है। इस प्रकार एक घन मीटर गर्म हवा का भार एक घन मीटर ठंडी हवा के भार से कम होगा। कभी-कभी बच्चे ऐसा सोचते हैं कि जब वायु कुछ परिणाम में जैसे एक बोतल में हवा भरकर, गर्म की जाती है तो उसमें भार ही नहीं रहता। बच्चों को यह समझाना चाहिए कि गर्म हवा उतने ही आयतन की ठंडी हवा से हल्की होती है क्योंकि यह गर्म होकर बढ़ती या फैल जाती है। इसी भौतिक क्रिया के कारण नित्य के मौसम में होनेवाली बहुत सी बातें हुआ करती हैं। अगली उपसंकल्पना के द्वारा बच्चों को यह समझाने की कोशिश की जाएगी कि जब हवा गर्म होती है तो कौन से भौतिक परिवर्तन होते हैं और उनका मौसम पर क्या असर पड़ता है।

2 (क). वायु गर्म होकर फैलती है

बड़े लोग जानते हैं कि जब हवा गर्म होती है तो इसके अणु बड़े वेग से हरकत करते हैं और इसी वजह से एक दूसरे से हट जाते हैं। इसका परिणाम यह होता है कि एक घन मीटर वायु में कम अणु होते हैं जबकि इतनी ही परिमाण की ठंडी हवा में अधिक अणु होते हैं। हर अणु का भार गर्म होने और उसके पहले एक-सा-ही रहता है, लेकिन गर्म होने पर उतने ही निश्चित आयतन की वायु में अणु कम रह जाते हैं। यद्यपि यह बात समझने में कठिन है पर इसका समझ लेना अत्यंत आवश्यक है। नीचे दिए जैसे प्रयोगों की सहायता से इस कक्षा के विद्यार्थी इस तथ्य को समझ जाएँगे।

अन्वेषण

गर्म करने से गैस हल्की क्यों हो जाती है?

आवश्यक सामग्री
सोडा जैसे पेय की बोतल, गुब्बारा, आग

सोडा जैसे किसी पेय की एक अच्छी तरह सूखी और साफ बोतल लेकर उसके मुँह पर गुब्बारा फँसा दीजिए। इस गुब्बारे को पहले अच्छी तरह खींच लीजिए ताकि इसके फूलने में दिक्कत न हो। अब बोतल को हल्के-हल्के आग पर गर्म कीजिए। इस बात का ध्यान रखिए कि एकदम और असमान रूप से गर्म होने से बोतल टूट न जाए। बच्चों से पूछिए कि गुब्बारे में क्या होता दिखाई दे रहा है। धीरे-धीरे इसमें थोड़ी-थोड़ी हवा भरती जाएगी जैसा कि चित्र 2–45 में दिखाया गया है। अब बच्चों को समझाइए कि वास्तव में क्या हुआ। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि हवा के वे अणु जो पहले केवल बोतल में ही समा रहे थे अब बोतल और गुब्बारे दोनों में भर गए हैं। इसके कारण अब बोतल में पहले से कम पदार्थ (वायु अणु) रह गया है। यदि तोलने की कोई उपयुक्त व्यवस्था होती तो यही पता लगता कि गर्म होने के कारण बोतल में हवा के अणु कम रह गए हैं अतः इसका भार उस भार से कम है जितना ठंडे होने पर था, क्योंकि ठंडी हवा में अधिक अणु थे।

चित्र 2-45
जब किसी बर्तन को गर्म किया जाता है तो इसके भीतर की कुछ हवा बाहर निकल जाती है।

अन्वेषण

गर्म होने पर हवा फैलती क्यों है?

जमीन या फर्श पर एक मीटर व्यास का वृत्त या एक मीटर चौड़ाई का वर्ग बनाइए। कई बच्चों से इसके भीतर खड़े होने को कहिए। यदि सब सीधे-सादे खड़े रहे तो 8–10 बच्चे आराम से खड़े हो सकते हैं। अब बच्चों से कहिए कि वे उसी में उछल-कूद करें। ऐसा करने पर शायद 5–6 से अधिक उस स्थान में नहीं रह सकेंगे। मान लीजिए कि जब वे उछल-कूद नहीं रहे थे तो वृत्त या वर्ग के अंदर आठ लड़के थे।

चित्र 2-46क
निश्चल खड़े रहने पर बच्चे कम जगह घेरते हैं।

यह भी मान लीजिए कि हर बच्चे का भार 30 किलोग्राम है। तो इस प्रकार वृत्त या वर्ग के भीतर शुरू में 8×30 या 240 किलोग्राम भार के बच्चे थे। किन्तु उछल-कूद के परिणामस्वरूप बाद में उतनी ही जगह केवल 5×30 या 150 किलोग्राम भार के बच्चे ही रह गए। अणु की तरह हर बच्चे का भार भी उतना ही रहा जितना पहले था। फिर भी उछलकूद करते हुए पाँच बच्चों का भार उतनी ही जगह में शांत खड़े हुए आठ बच्चों के भार से निश्चित कम होगा। अब बच्चों और अणुओं की सादृश्यता समझने में विद्यार्थियों की सहायता कीजिए। (चित्र 2–46 क और ख)।

चित्र 2-46 ख
तेज़ी से हरकत करने के लिए बच्चों को अधिक जगह चाहिए।

बच्चों को गर्म हवा से भरे हुए उन विशाल गुब्बारों की तस्वीर दिखाइए या कहानी सुनाइए जिनमें बैठकर आज से करीब दो सौ वर्ष पूर्व मनुष्य पहली बार आकाश में उड़ा था। ये गुब्बारे हवा से हल्के होने के कारण आकाश में उड़नेवाले आदि विमान कहे जा सकते हैं। पृष्ठ पर "वैज्ञानिकों की कार्यविधि" भी देखिए।

2 (ख). ठंडी वायु गर्म वायु को ऊपर धकेलती है

जब दो प्रकार की हवाएँ साथ-साथ स्थित हों और स्वतंत्रता से हरकत कर सकती हों तो हल्की हवा (बराबर आयतन की गर्म हवा हल्की होती है) ऊपर जाएगी और भारी हवा (बराबर आयतन की ठंडी हवा भारी होती है) नीचे आ जाएगी। वास्तव में हल्की हवा में भार अवश्य होता है और इसके ऊपर जाने में गुरुत्वाकर्षण के सिद्धांत का उल्लंघन नहीं होता बल्कि गुरुत्वाकर्षण के ही कारण भारी हवा नीचे खिंच आती है और हल्की हवा को ऊपर की ओर धकेल देती है। यह वैसा ही है जैसे कि ऊपर-नीचे होनेवाले झूले पर एक ओर भारी बच्चा बैठा होगा तो वह सिरा नीचे आ जाएगा और दूसरा सिरा जिस पर हल्का बच्चा बैठा होगा ऊपर उठ

जाएगा। हवा के साथ यह कठिनाई है कि आँख से यह तथ्य देखा नहीं जा सकता। फिर भी यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बतलाए जा रहे हैं जिनसे बच्चों को यह महत्त्वपूर्ण सिद्धांत समझ में आ जाएगा।

अन्वेषण

भारी तरल पदार्थ हल्के तरल पदार्थों को ऊपर कैसे उठा देते हैं?

आवश्यक सामग्री
सस्ता तेल, पानी, काँच का जार।

तेल पानी से हल्का होता है। इस अन्वेषण में गर्म (हल्की) हवा की जगह सस्ते प्रकार के तेल को मॉडल बनाइए और ठंडी (भारी) हवा के स्थान पर पानी को मॉडल रखिए। किसी साफ और सूखे गिलास या बोतल की तली में कई सैन्टीमीटर तेल भर दीजिए। बच्चों को यह जताते रहिए कि यह तेल इस परीक्षण में हल्की हवा के स्थान पर इस्तेमाल किया जा रहा है। अब बर्तन में ध्यान से पानी डालिए जैसा कि चित्र 2–47 में दिखाया गया है। बच्चों से पूछिए कि क्या हो रहा है और ऐसा क्यों हो रहा है। यह भी उन्हें बताते रहिए कि पानी यहाँ भारी हवा की जगह इस्तेमाल किया गया है। उन्हें इस बात की ओर ध्यान देने में मदद दीजिए कि तेल जिसमें कुछ न कुछ भार अवश्य होता है पानी द्वारा ऊपर की ओर धकेला जा रहा है, क्योंकि पानी और भी भारी होता है। अब यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि गर्म (हल्की) हवा भी भारी (ठंडी) हवा द्वारा इसी प्रकार ऊपर की ओर धकेली जाती है।

चित्र 2-47
यह आसानी से देखा जा सकता है कि भारी द्रव हल्के द्रव को कैसे ऊपर उठा देता है।

अन्वेषण

धुआँ ऊपर को क्यों उठता है?

आवश्यक सामग्री
बत्ती, माचिस

एक मोमबत्ती या लैम्प जलाकर कमरे में ऐसी जगह रख दीजिए जहाँ हवा का झोंका न पहुँच रहा हो। हवा की हरकत को हवा में चाक के चूर्ण की धूल या और कोई बारीक चीज उड़ाकर या अगरबत्ती के धुएँ से देखा जा सकता है, जैसा कि चित्र 2–48 में दिखाई दे रहा है। बच्चों से पूछिए कि लौ में या उसके पास जो हवा गर्म हो रही है, वह किधर को जा रही है। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि जो हवा गर्म हो रही है वह फैलती है तथा हल्की (उतनी ही आयतन में दूसरी हवा से) हो जाती है और फिर उस ठंडी हवा द्वारा जो लौ के चारों ओर है ऊपर की ओर को ठेल दी जाती है।

ओर गया। पर हल्की गैस आखिर बने कैसे? कुछ ने इसके लिए धातु के ऐसे गोले बनाने का सुझाव दिया जिनमें से हवा निकाल दी गई हो अर्थात् शून्य गोले। कुछ अन्य लोगों ने ऊँचे वायुमंडल की हवा भरने की बात कही जिस के बारे में यह मालूम ही है कि वह उतने ही आयतन की नीचे की हवा से कहीं हल्की होती है। किन्तु कुछ भिन्न विधि के द्वारा पहला गुब्बारा 1783 में फ्रांस के मांटगोलिफिएर बंधुओं ने ही उड़ाया। उन्होंने चिमनियों में से निकलनेवाले धुएँ का ध्यान से अध्ययन किया। उन्होंने रेशम का गोल थैला बनाया और उसमें वही चीज भरने की सोची, जिससे चिमनी का धुआँ ऊपर जाता है अर्थात् गर्म हवा। यह गर्म हवा कागज, घासफूँस और लकड़ियाँ जलाकर पैदा की गई। अंत में कई सफल प्रयोगों के बाद उन्होंने 9 मीटर व्यास का एक गुब्बारा बनाया। पहली ही बार में यह दो किलोमीटर ऊँचा उड़ गया और पृथ्वी पर ढाई किलोमीटर दूर जाकर गिरा। आगे उसी वर्ष उन्होंने गर्म हवा का और भी बड़ा गुब्बारा तैयार किया जिसमें उन्होंने एक भेड़, एक बत्तख और एक मुर्गा भी रख दिया और इन्हें लेकर गुब्बारा आठ मिनट में डेढ़ मील तक उड़ गया। उड्डयन के इतिहास में ये सबसे पहले यात्री थे।

हाइड्रोजन बहुत हल्की गैस होती है और मांटगोलिफिएर बंधुओं के पहला गुब्बारा छोड़ने से कुछ वर्ष पहले ही इसकी खोज की गई थी। इसके बाद वैज्ञानिकों ने हाइड्रोजन भरे गुब्बारों के उड़ाने की ओर ध्यान दिया। इसमें संदेह नहीं कि ऊपर उठाने के लिए हाइड्रोजन बहुत अच्छा साधन बन सकती है किन्तु यह बहुत विस्फोटक होती है और इस कारण बड़ी खतरनाक भी है। आजकल वायु से हल्के होने के सिद्धांत पर जो भी विमान बनते हैं, उनमें हीलियम गैस भरी जाती है। यह गैस मँहगी तो होती है पर हाइड्रोजन से कहीं अधिक सुरक्षित रहती है।

फिर भी मानव सभ्यता के इतिहास में यह तो लिखा ही जाएगा कि मानव ने सबसे पहली सफल उड़ान केवल गर्म हवा के बल पर ही कराई। उड़ने के प्रारंभिक प्रयत्नों के विकास के इस संक्षिप्त अध्ययन से इतना तो पता चलता ही है कि यह प्रक्रम बड़ा ही मंद रहा है और इसके बारे में बहुत सावधानी से अनुसंधान किए गए तथा इसमें बहुत से देशों के अनेक वैज्ञानिकों ने मिलकर काम किए।

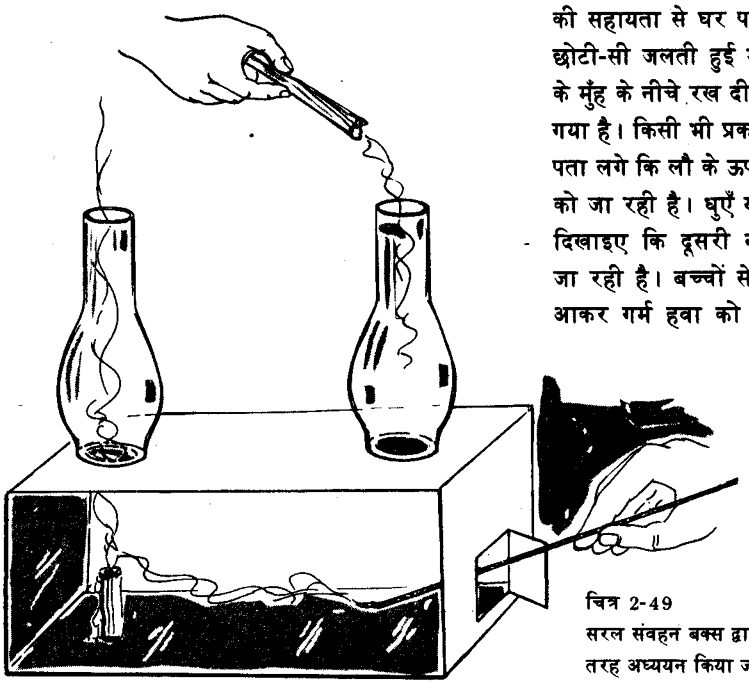
2 (ग). ठंडी वायु द्वारा गर्म वायु का स्थान लेने से पवन बनती है

मोमबत्ती या मिट्टी के तेल के लैम्प के साथ ऐसा होता है कि लौ के ऊपर की गर्म हवा (देखिए चित्र 2–48) को मोमबत्ती के चारों ओर की ठंडी हवा ऊपर धकेल देती है। किन्तु प्रकृति में ठंडी हवा मीलों दूर, कई बार सैकड़ों मील दूर से आती है। उदाहरण के लिए रेगिस्तान पर गर्म होनेवाली हवा की जगह लेने के लिए बहुत दूर से ठंडी हवा आती है। रेगिस्तान से ऊपर से गुजरने के कारण यह भी गर्म हो जाती है। इसी क्रिया के कारण गर्मियों में लू चलती है। नीचे दिए प्रयोग से विद्यार्थियों को समझ में आ जाएगा कि यह क्रिया कैसे होती है।

अन्वेषण — **संवहन बक्स से गर्म हवा के अध्ययन में कैसे सहायता मिलती है?**

आवश्यक सामग्री
गत्ते का बक्स, लैम्प की चिमनी, सैलोफेन, मोमबत्ती, माचिस, धुएँ का साधन

जैसा कि चित्र 2–49 में दिखाया गया है, एक साधारण संवहन बक्स बनाइए। हवा आने-जाने की दो नलियाँ काँच के लैम्प की चिमनियाँ हो सकती हैं या कागज की भी बनाई जा सकती हैं। बक्स में आगे की ओर पारदर्शक शीशा या प्लास्टिक लगाइए। बक्स के सिरे पर बड़ा छेद करने से चीजों को इसके



चित्र 2-49
सरल संवहन बक्स द्वारा वायु की धाराओं का बहुत अच्छी तरह अध्ययन किया जा सकता है।

की सहायता से घर पर भी इस्तेमाल कर सकते हैं। छोटी-सी जलती हुई मोमबत्ती एक नली (चिमनी) के मुँह के नीचे रख दीजिए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। किसी भी प्रकार का धुआँ छोड़िए जिससे यह पता लगे कि लौ के ऊपर की गर्म हवा नलकी में ऊपर को जा रही है। धुएँ या धूल की सहायता से यह भी दिखाइए कि दूसरी नलकी में हवा नीचे की ओर जा रही है। बच्चों से पूछिए कि ठंडी हवा कहाँ से आकर गर्म हवा को ऊपर की ओर फेंक रही है।

भीतर ठीक से लगाने में आसानी रहेगी, जबकि संवहन बक्स चालू हो। इन छेदों को बंद करने के लिए छोटे से दरवाज़े या खिड़की जैसी और कोई चीज़ होनी चाहिए। इस तरह का संवहन बक्स स्कूल के आसपास ही मिलने वाली चीज़ों से बनाया या तैयार किया जा सकता है। इस प्रकार के संवहन बक्स को बच्चे अपने माता-पिता

ठंडी हवा का रास्ता कौन सा है, जिससे वह लौ की तरफ को जाती है? यदि यह मान लिया जाए कि बक्स की तली ही गर्म रेगिस्तान है, तो इस ठंडी हवा में क्या परिवर्तन हो जाएगा जो उसके ऊपर से गुजरती है? अब बच्चों को यह देखने में सहायता कीजिए कि इस मॉडल और लू के बनने में क्या संबंध है।

लू नाम की हवाओं के बारे में बच्चों को कहानियाँ सुनाइए। उनसे कहिए कि अपने माता-पिता से लू के मौसम के अनुभव पूछें।

2 (घ). ठंडी और गर्म हवाओं के तापमानों में अंतर जितना ही अधिक होता है उतनी ही अधिक ज़ोर की हवाएँ चलती हैं

यदि किसी क्रिया का कारण तीव्र हो जाता है तो क्रिया की गति भी प्रायः तीव्र हो जाती है। जब गर्म हवा को ठंडी हवा ऊपर को फेंकती है तो भी यही होता है और गर्म तथा ठंडी वायु के तापमान में जितना अधिक अंतर होगा, इससे फलित हवाओं की गति भी उतनी ही तेज़ होगी। यहाँ एक "स्मृति प्रयोग" दिया जा रहा है जिससे इस सिद्धांत के समर्थन में बच्चों को प्रमाण देने में सहायता मिलेगी:

सामान्य अनुभव | **क्या तापमान का अंतर अधिक होने से ज़ोर की हवाएँ चलती हैं ?**

बच्चों से यह सोचने के लिए कहिए कि जब मोमबत्ती या लैम्प के ऊपर की हवा ऊपर को उठती है तो उसकी गति कितनी होती होगी। अब उनसे कहिए कि उन्होंने कभी भी जो बड़ी-से-बड़ी आग देखी है, उसे याद करें। उसके कारण जो हवा चली, उसकी भी याद करें। क्या यह हवा इतने जोर की थी कि इसमें कागज के बड़े-बड़े टुकड़े या जलनेवाली चीजों के बड़े-बड़े टुकड़े भी ऊपर उड़ गए? इस बात के समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि गर्म हवा और उसको ऊपर ठेलनेवाली ठंडी हवा के तापमान में अंतर जितना अधिक होगा, इसके परिणामस्वरूप हवा में हलचल भी उतने ही ज़ोर की होगी।

छोटी सी मोमबत्ती की लौ और बड़े से स्टोव या प्रैशर बर्नर के ऊपर धुआँ उड़ाकर या कागज़ की चर्खी को रखकर देखिए कि दोनों स्थितियों में कितना अंतर होता है और किसमें अधिक ज़ोर दिखाई देता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

तापमान के अंतर के कारण वायु (या जल) में जो धाराएँ उत्पन्न होती हैं वैज्ञानिक उन्हें 'संवहन धाराएँ' कहते हैं। यद्यपि संवहन धाराएँ प्रायः वायु की ऊर्ध्वाधर (ऊपर की ओर) गति को ही कहते हैं पर इनसे हवा में कई महत्त्वपूर्ण क्षैतिज गतियाँ भी पैदा होती हैं। इस प्रकार गर्मी के दिनों में तीसरे पहर को गर्म भूमि पर हवा ऊपर उठती है। यह पास के पानी के ऊपर जो ठंडी हवा होती है, उसके जरिए बलात् ऊपर को उठा दी जाती है। इसका परिणाम यह होता है कि समुद्र या झील के ऊपर से ठंडी बयार आने लगती है।

गर्मियों में जब दक्षिण-पूर्वी एशिया का विस्तृत भूखंड तपता है तो इसके ऊपर की वायु फैलकर हल्की हो जाती है। फिर दक्षिण में स्थित समुद्र के ऊपर की अपेक्षाकृत ठंडी हवा आकर इसे ऊपर उठा देती है। समुद्र से आनेवाली हवाएँ जलयुक्त होती हैं और इनसे वर्षा होती है। सर्दियों के दिनों में इससे उल्टी बात होती है। समुद्र के ऊपर की अपेक्षाकृत उष्ण वायु, महाद्वीप पर की ठंडी हवा से ऊपर की ओर धकेल दी जाती है। इस प्रकार सर्दियों की हवाएँ चलती हैं जो प्रायः स्थल से समुद्र की ओर बहती हैं और शुष्क होती हैं। ये सर्दियों की या 'शुष्क' मानसून कहलाती हैं। इससे और भी अधिक बड़े पैमाने पर विषुवत् रेखा के आसपास की हवा ऊपर उठती है, क्योंकि ध्रुवों के आसपास की ठंडी हवा आकर इसे ऊपर को उठा देती है। पृथ्वी के घूमने के कारण यह क्रिया काफी जटिल होते हुए भी संसार भर की हवाओं के पैटर्न की प्रमुख जननी है।

3. पानी के वाष्प रूप में बदलने को जल-वाष्पन कहते हैं

इस प्रमुख संकल्पना के अंतर्गत जो विचार हैं वे इसी इकाई की तीसरी कक्षा की प्रमुख संकल्पना से प्रत्यक्ष रूप से मेलजोल रखते हैं। उस अनुभाग में जो अनुभव मिला उसके आधार पर बच्चे यह जान चुके हैं कि अन्य बहुत सी चीजों की तरह पानी भी तीनों भौतिक स्थितियों (ठोस, तरल या गैस) में रह सकता है। वे यह भी जानते हैं कि यदि ऊर्जा प्रदान की जाए तो पानी ठोस रूप से तरल रूप में बदल (पिघल) सकता है या तरल से वाष्प या गैस रूप में बदल (वाष्पन या खौलने से) सकता है। जब भाप या जल-वाष्प से ऊर्जा निकल जाती है तो यह फिर तरल स्थिति में लौट आता है (द्रवित हो जाता

है) और जब तरल जल से ऊर्जा निकल जाती है तो यह ठोस स्थिति (बर्फ) में आ जाता है। इस प्रमुख संकल्पना के बारे में चर्चा करने से पहले बच्चों के साथ इन संबंधों पर पुनः विचार कर लेना उपयोगी रहेगा।

इस अनुभाग का संबंध भौतिक स्थिति के केवल एक परिवर्तन अर्थात् द्रव जल के जल-वाष्प बनने से है। यह परिवर्तन वाष्पन अर्थात् साधारण तापमान पर मंद गति से परिवर्तन द्वारा भी हो सकता है और खौलने अर्थात् ऊँचे तापमान क्वथनांक (पानी खौलने का तापमान) पर बहुत तीव्र प्रकार से परिवर्तन द्वारा भी हो सकता है। ये उपसंकल्पनाएँ इसी वाष्पन प्रक्रम के विभिन्न पक्षों से संबंध रखती हैं।

3 (क). जब जल का वाष्पन होता है तो यह हवा में मिल जाता है

वाष्पन वह प्रक्रम है जिसमें द्रव जल के अणु उड़कर हवा में मिल जाते हैं। जब वे हवा में होते हैं तो नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, आरगन, कार्बन डाइऑक्साइड और अन्य गैसों के अणुओं के साथ मिले जुले रहते हैं। पानी के अणु अदृश्य होते हैं और वे हवा में उपस्थित धूल या पराग के छोटे से छोटे कणों से भी कहीं छोटे होते हैं। वस्तुतः साधारण तापमानों पर वायु में रहनेवाले जल के अणुओं से ही जल-वाष्प बनता है। इस पदार्थ को आमतौर से गैस भी कहा जाता है। वाष्पन के प्रक्रम के लिए ऊर्जा का होना आवश्यक है। इसका यह अर्थ है कि प्रत्येक अणु जो कि वाष्प बनता है अपने साथ कुछ ऊर्जा (गर्मी) ले जाता है और अवशिष्ट पानी ठंडा हो जाता है। इसी वजह से, जब किसी वस्तु पर से पानी का वाष्पन होता है तो वह ठंडी हो जाती है।

पिछली कक्षाओं में कई ऐसे प्रयोग किए जा चुके हैं, जिनसे बच्चे यह सीख गए हैं कि वाष्पन से पानी हवा में चला जाता है। अब चौथी कक्षा में उन प्रयोगों को दुहराने की आवश्यकता नहीं। फिर भी उन बातों पर फिर से विचार कर लेना अच्छा होगा, जो प्रयोगों में सामने आई थीं।

3 (ख). वाष्पन की गति पर कई बातों का प्रभाव पड़ता है

कुछ परिस्थितियों में पानी का वाष्पन बहुत शीघ्र होता है और कुछ में धीरे-धीरे होता है या बिल्कुल नहीं होता। सामान्यतः जिन परिस्थितियों में वाष्पन तीव्र गति से होता है, वे 'वाष्पन-प्रक्रम के लिए उपलब्ध ऊर्जा' और 'जल की सतह से उसके अणुओं के अलग होकर वायु मे मिल जाने के अवसर' पर निर्भर करती हैं। नीचे लिखे विषय (ख) का संबंध 'उपलब्ध ऊर्जा' से है और शेष तीनों (क), (ग) और (घ) का 'अवसर' से है।

(अ). जब हवा जोर की चल रही हो तो पानी का वाष्पन तेजी से होता है

जब जोर की हवा चल रही हो तो वाष्पन की गति बढ़ जाती है और इसका कारण बिल्कुल स्पष्ट है। पानी की सतह के ऊपर हवा बड़ी तेज़ चाल में चलती रहती है। वाष्पन द्वारा कुछ अणुओं के किसी हवा में मिलते न मिलते वह हवा आगे बढ़ जाती है। और इसकी जगह लेने के लिए दूसरी हवा (प्रायः सूखी) आ जाती है। इस प्रकार वाष्पन जल्दी जल्दी होता है। बच्चों को ऐसे प्रेक्षण कराना आसान है जिनसे यह बात समझ में आ जाए।

अन्वेषण	पवन से वाष्पन पर क्या प्रभाव पड़ता है?	आवश्यक सामग्री एक-जैसे दो कड़ाह, पानी

बच्चों से दो कड़ाह मँगवा कर उनमें पानी भरवाइए। दोनों कड़ाह एक ही आकार के और एक ही तापमान पर होने चाहिए। एक कड़ाह ऐसी जगह रखवाइए जहाँ पवन या जोर की हवा न हो। दूसरा कड़ाह ऐसी जगह रखवाइए जहाँ निरंतर बयार आ रही हो। अब देखिए कौन से कड़ाह के पानी का वाष्पन शीघ्र होता है।

अन्वेषण | **वायु की गति से वाष्पन पर क्या असर पड़ता है ?** | **आवश्यक सामग्री** पानी

किसी बच्चे की हथेली के पिछले भाग को पानी लगाकर गीला कर दीजिए। अब उससे इस पर फूंक मारने को कहिए। उससे पूछिए कि फूंकने पर और न फूँकने पर उसे क्या फर्क मालूम होता है। जब वह गीले हाथ पर फूंक मारेगा तो उसे हाथ ठंडा लगेगा। यह ठंडक कहाँ से आई? यह वाष्पन के ही कारण है तथा यह इस बात की पहचान है कि वाष्पन तेजी से हो रहा है।

बच्चों को याद दिलाइए कि जिस दिन जोर की हवा चलती है उस दिन कपड़े कितनी जल्दी सूखते हैं।

बच्चों से यह चर्चा कीजिए कि जब वे पसीने से भीगे हों या तैर कर निकले हों तो उनको शरीर में ठंडक का अनुभव क्यों होता है।

(ब). जब तापमान ऊँचा होता है तो पानी का वाष्पन जल्दी होता है

वाष्पन के लिए ऊर्जा (गर्मी) की आवश्यकता पड़ती है। अतः जब ऊर्जा काफी मात्रा में उपलब्ध हो तो पानी का तेजी से वाष्पन होना स्वाभाविक है। ऊँचे तापमान का अर्थ है अधिक मात्रा में अणु-ऊर्जा। इसलिए ऊँचे तापमान पर वाष्पन की गति तीव्र हो जाती है। आसान प्रयोगों द्वारा विद्यार्थियों को स्वतः इस संबंध को स्थापित करने के लिए प्रमाण मिल सकता है।

अन्वेषण | **तापमान से वाष्पन पर क्या प्रभाव पड़ता है ?** | **आवश्यक सामग्री** एक-जैसे दो कड़ाह, पानी, आग

एक जैसे दो कड़ाह मँगवाइए। दोनों में बराबर-बराबर पानी लीजिए और दोनों को पास-पास रखवाइए। एक को मोमबत्ती की या किसी दूसरी हल्की आँच से गर्म कीजिए। विद्यार्थियों को देखने दीजिए कि दोनों को पूरी तरह वाष्पन के कारण सूख जाने में कितना-कितना समय लगता है। उन्हें बताइए कि दोनों में अंतर केवल तापमान का है। ऊँचे तापमान और तीव्र वाष्पन के संबंध को समझने में उनकी मदद कीजिए।

बच्चों को याद दिलाइए कि गर्म सड़क के पानी का वाष्पन ठंडी सड़क के पानी के वाष्पन की तुलना में कितनी तेजी से होता है।

इसी प्रकार बच्चों को यह भी याद दिलाइए कि गर्म तवा या बर्तन कितनी जल्दी सूख जाता है और ठंडे बर्तन को कपड़े से पोंछकर सुखाना पड़ता है।

(ग). अनावरित सतह बड़ी हो तो वाष्पन जल्दी होता है

उड़कर (वाष्पित होकर) हवा में मिलने के लिए अणुओं को पानी की सतह पर आना ही पड़ता है। फिर तो यह स्पष्ट ही है कि सतह जितनी ही बड़ी होगी, अणुओं को तरल से निकल कर वायु में मिलने का उतना ही अधिक अवसर मिलेगा। सरल अनुभवों द्वारा बच्चे स्वतः यह बात समझने की स्थिति में हो सकते हैं।

अन्वेषण	पृष्ठ-क्षेत्र का किस प्रकार वाष्पन पर प्रभाव पड़ता है?	आवश्यक सामग्री शीशी, तवा

एक ही तापमान पर दो समान मात्राओं में पानी लीजिए। एक को शीशी में डाल दीजिए, दूसरे को तवे में रखिए और अन्य किसी बात का अंतर डाले बिना पानी का वाष्पन होने दीजिए। विद्यार्थियों से कहिए कि वे देखें कि दोनों में पूरी तरह वाष्पन होने यानी सूखने में कितना समय लगा। तवे का पानी करीब एक घंटे में सूख जाएगा जबकि शीशी के पानी का शायद कई दिनों तक भी वाष्पन न हो पाए। विद्यार्थियों से वाष्पन के इस अंतर का कारण समझाने को कहिए।

समान आकार के दो कपड़े लेकर उन्हें गीला कर लीजिए। एक को फैला दीजिए और दूसरे को कसकर भींचकर गठरी सी बनाकर रख दीजिए। दोनों को सूखने दीजिए। सूखने पर बच्चों को बताइए कि दोनों के खुले क्षेत्र में अंतर है इसीलिए सूखने के समय में भी अंतर पड़ा।

(घ). वायु के सूखी होने पर पानी का वाष्पन जल्दी होता है

जल के अणु वायु में असीमित मात्रा में नहीं समा सकते। जब वायु में पहले ही कुछ जल-वाष्प मौजूद हों तो और अणुओं के समाने में कठिनाई होती है। तापमान और दबाव को देखते हुए किसी स्थिति पर पहुँचकर, वायु जल-वाष्प से संतृप्त हो जाएगी। तब इसमें और जल-अणु नहीं समा सकेंगे। वायु की शुष्कता और वाष्पन की गति में जो संबंध है उसको इस प्रकार के प्रयोगों से समझाया जा सकता है :

सामान्य अनुभव	वायु की शुष्कता का वाष्पन पर किस प्रकार प्रभाव पड़ता है?

बच्चों से उन परिस्थितियों को याद करने को कहिए जब उनका पसीने से लथपथ बदन सबसे जल्दी सूखता है और जब कपड़े बहुत देर में सूखते हैं या बिल्कुल नहीं सूखते। वे प्रायः यही कहेंगे कि जब बरसात आनेवाली होती है या वर्षा हो रही होती है तो कपड़े देर से सूखते हैं। शायद वे यह भी कहें कि यह तब होता है जब हवा बहुत आर्द्र या गीली होती है। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि जब हवा में जल के कुछ अणु पहले ही विद्यमान रहते हैं तो पानी में से कुछ और अणुओं का निकल कर वायु में समा

जाना काफी कठिन होता है। नौकरी पाने की कठिनाई का दृष्टांत भी यहाँ ठीक बैठ सकता है। जितने ही अधिक व्यक्ति पहले से प्रशासकीय सेवा में होंगे, नए उम्मीदवारों को नौकरी मिलना उतना ही कठिन हो जाएगा, यदि और सब बातें एक सी ही रहें तो इसी प्रकार यदि कक्षा में पहले ही अधिक विद्यार्थी हैं, तो और विद्यार्थियों को दाखिला मिलने में और भी अधिक कठिनाई होगी।

बच्चों से इस बात पर चर्चा कीजिए कि कभी-कभी गर्मी के दिनों में उन्हें कक्षा के कमरे की बजाय (जहाँ आर्द्रता काफी अधिक होती है) बाहर (जहाँ अपेक्षाकृत वायु शुष्क होती है) क्यों अधिक ठंडा और अच्छा लगता है। शरीर के सुख में यह अंतर अंशतः इस कारण से है कि बाहर की सूखी हवा में पसीना अधिक जल्दी से सूखता है फलस्वरूप वहाँ ठंडक मिलती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

वाष्पन वास्तव में एक जटिल प्रक्रम है। यद्यपि विद्यार्थियों को इसके विस्तार में जाने की आवश्यकता नहीं है पर अध्यापकों को इसकी कुछ बातों को अवश्य समझ लेना चाहिए। वाष्पन **के विपरीत प्रक्रम को द्रवण (संघनन) कहते हैं। यह प्रक्रम** प्रायः हर समय होता रहता है। जब वाष्पन होता है तो द्रव में से निकल कर वायु में प्रवेश करने वाले अणुओं की संख्या अधिक होती है और उनकी अपेक्षा वायु में से कम अणु निकलकर द्रव के रूप में द्रवित होते हैं। जब वायु संतृप्त होती है तो वाष्पन और द्रवण की रफ़्तार समान होती है और दोनों एक दूसरे को संतुलित करते हैं।

जब पानी का तापमान बढ़ा दिया जाता है तो वाष्पन अधिक तेज़ी से होता है। फिर भी यह वाष्पन तरल की सतह पर ही होता है। जब तापमान बहुत ऊँचा (क्वथनांक) हो जाता है तो वाष्पन और भी अधिक तेज़ी से होता है। इस समय वाष्पन समूचे द्रव में से होता है, केवल ऊपर की सतह पर से ही नहीं। वायुमंडल में जो जल-वाष्प होता है वह वास्तव में वायु का ही अंश होता है। इसमें जल-वाष्प के अलावा नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, कार्बन डाइऑक्साइड और अन्य गैसें भी होती हैं। जब जल-वाष्प क्वथनांक से काफी ऊपर के तापमान पर होता है तो इसका सही नाम "भाप" हो जाता है। भाप एक गैस है और यह अदृश्य और सूखी होती है। इसमें पानी की बूँदें नहीं रहतीं।

ऊपर (क), (ख), (ग) और (घ) के कार्यकलाप नियंत्रित प्रयोगों के अच्छे उदाहरण हैं। हरेक में एक परिस्थिति को छोड़कर बाकी परिस्थितियाँ समान रखी जाती हैं। उदाहरण के लिए पृष्ठ   पर वायु का संचरण, जल-पृष्ठ का क्षेत्र और वायु का सूखापन ये सब अपरिवर्तित रखे गए। केवल तापमान ही बदला गया। प्रयोग का केवल इसी बात से संबंध था। दो नमूनों में जो एक परिस्थिति भिन्न रही वह है—प्रयोगात्मक परिस्थिति। बच्चों को इसके बारे में बता दीजिए। अध्यापक से एक या दो प्रयोग सीख लेने के बाद तो सरल प्रयोगों को अधिकाधिक अपने आप ही कर लेने के योग्य वे होते जाते हैं। बच्चों का कोई भी उपयोगी अन्वेषण स्वयं कर पाना, विज्ञान के कुशल अध्यापन की निस्संदेह एक महत्त्वपूर्ण सफलता है।

4. गर्म वायु में ठंडी वायु की अपेक्षा अधिक जल-वाष्प समा सकते हैं

पहले की प्रमुख संकल्पनाओं में विद्यार्थी यह सीख चुके हैं कि वायु की एक निश्चित राशि में जल-वाष्प की एक सीमित मात्रा ही समा सकती है। जब वायु में इतना जल-वाष्प होता है, जितना इसमें समा सकता है तो यह "संतृप्त" हो जाती है।

चित्र 2-51
काँच के जार में बादल बन सकता है किन्तु इसमें धूल या धुएँ के थोड़े-से कण होने से और भी घना बादल बनेगा।

बच्चों को याद दिलाइए कि कई बार वर्षा की आशा न होने पर भी जब हवा में बहुत गर्द-गुबार उड़ता है तो वर्षा हो जाती है। हो सकता है कि हवा में बहुत अधिक धूल पहुँच जाने से बादल बनने और वर्षा होने की संभावना बढ़ जाती हो।

(घ). जब वायु में जल-वाष्प जम जाते हैं तो इससे हिम-क्रिस्टल बन जाते हैं

जब वायु के कणों पर जल-वाष्प द्रवित हो जाता है तो जल की छोटी-छोटी बूँदों का कोहरा या बादल बन जाता है। किन्तु यदि तापमान पर्याप्त रूप से नीचा हो तो इसके स्थान पर ऊर्ध्वपातन होने लगता है। इस प्रकार हिम-क्रिस्टलों के बादल या हिमलव बन जाते हैं। इस प्रक्रम को प्राथमिक कक्षाओं की प्रयोगशाला में करके दिखाना लगभग असंभव है। फिर भी इस विषय पर बच्चों से इस प्रकार चर्चा करके उन्हें यह समझाया जा सकता है।

चर्चा | **वर्षा (हिम) कैसे बनती है ?**

अपने विद्यार्थियों के साथ बादलों और कोहरे के बारे में चर्चा छेड़िए। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि कोहरा और बादल एक ही चीज़ हैं, क्योंकि दोनों में पानी की छोटी-छोटी बूँदें रहती हैं (कोहरा केवल पृथ्वी के पृष्ठ के संपर्क में रहनेवाला बादल है)। ये बूँदें इतनी छोटी होती हैं कि हवा के अणुओं का सहारा मिलने के कारण नीचे नहीं गिरने पातीं। अब बच्चों का ध्यान परों जैसी आकृति के बहुत ऊँचे पक्षाभमेघों की ओर आकृष्ट कीजिए। ये बर्फ़ के क्रिस्टलों और या हिम क्रिस्टलों से बनते हैं क्योंकि वे बहुत ही अधिक ऊँचाई पर बनते हैं जहाँ द्रवण की बजाय ऊर्ध्वपातन होता है।

संसार के दूसरे भागों के बर्फ या हिम के अंधड़ों के चित्र बच्चों को दिखाइए। उन्हें हिमलवों के भी चित्र दिखाइए। बच्चों को यह याद दिलाइए कि ऊँचे अक्षांशों पर और भारत में भी अधिक ऊँचाई पर हिम बहुत सामान्य वस्तु है।

अच्छी तरह समझने के लिए

कोहरा एक विशेष किस्म का बादल है। अंतर बस इतना है कि कोहरा भूमि पर या भूमि के निकट बनता है। अन्यथा कोहरा भी वही है जो बादल है। कोहरे और बादल में गीले द्रव जल की करोड़ों छोटी-छोटी बूँदें होती हैं। काले बादल (वर्षा के बादलों की तरह) वह होते हैं जो बहुत घने होते हैं। क्योंकि इनमें से कम प्रकाश गुजर पाता है इसलिए ये काले दिखाई पड़ते हैं। यदि बादलों में पानी की बड़ी बूँदें हों तो इससे भी वे काले दिखाई पड़ते हैं। बादल की "चाँदी-सी गोट" बादल का वह हिस्सा या सिरा होता है, जो सूर्य या चंद्रमा के प्रकाश से अति सुंदर ढंग से प्रकाशित रहता है।

बहुत गहरे बादल या कोहरे के 1 घन मीटर में आधे ग्राम पानी की सूक्ष्म बूँदें रहती हैं। इतनी ही अर्थात् 1 घन मीटर हवा का भार $1\frac{1}{4}$ किलोग्राम है, यानी यह भार पानी की बूँदों का 2500 गुना होता है। इसलिए यह कोई आश्चर्य की बात नहीं कि बादल "भारहीन" मालूम होते हैं।

5. जल-वर्षण विभिन्न तरीकों से होता है

वर्षण शब्द का प्रयोग वायु से द्रव या ठोस जल के निर्माण के लिए किया जाता है। इस प्रकार वर्षण में केवल बादल या कोहरा ही नहीं आते बल्कि ओस, ओला, पाला, वर्षा, सहिम-वृष्टि और बर्फ़ सभी शामिल हैं। जिस समग्र स्थिति को मौसम कहा जाता है, वर्षण उसका एक घटक है। इस प्रमुख संकल्पना में विद्यार्थियों को वर्षण होने के और भी महत्त्वपूर्ण तरीकों के बारे में बताया जाएगा।

5 (क). वर्षा तब होती है जब बादल में पानी की बूँदें इतनी बड़ी हो जाती हैं कि वे वायु में ठहर न सकें

अधिकांश बादल द्रव गीले पानी की लघु बूँदों से बनते हैं। किन्तु ये बूँदें इतनी छोटी होती हैं कि चारों ओर से घेरने वाली हवा के अणुओं की गति के कारण ये नीचे नहीं गिरने पातीं। अधिकतर बादलों में ये बूँदें और नहीं बढ़तीं। अतएव जब तक इसका (बादल का) वाष्पन न हो जाए तब तक यह हवा में ही रहता है। कभी-कभी ये लघु बूँदें मिलकर बूँदें बन जाती हैं। तब इनका आकार और भार इतना बढ़ जाता है कि ये अणुओं की गति के कारण रुकी नहीं रह सकतीं और वर्षा के रूप में बरस पड़ती हैं। निदर्शन के लिए प्राथमिक कक्षा में असली वर्षा उत्पन्न करना संभव नहीं होगा। फिर भी नीचे के प्रयोग से बच्चों को यह बात समझाने में मदद मिलेगी:

अन्वेषण | **बादल में जल की लघु बूँदें कितनी बड़ी होती हैं?** | **आवश्यक सामग्री** कड़ाह, पानी, आग

कक्षा में कृत्रिम बादल तैयार कीजिए—जैसे कि खौलते पानी के बर्तन के ऊपर कुहासा। बच्चों से कहिए कि वे उन कणों को गौर से देखें जिनसे मिलकर बादल बना है। चित्र 2–52 देखिए। उन्हें पता चल जाएगा कि वे आवर्धक लैंस से भी पानी की लघु बूँदों को अलग-अलग नहीं देख सकते। उनसे कहिए कि अपनी इस जानकारी की तथा अपनी देखी हुई वर्षा की बूँदों के आकार की तुलना करें।

चित्र 2-52
बादल में पानी की लघु बूँदें इतनी छोटी होती हैं कि दिखाई नहीं देतीं।

बच्चों को याद दिलाइए कि वे कभी-कभी कुहासे या वर्षा की फुहार में पानी की बूँदों को देख सकते हैं। किन्तु असली बादल या कोहरे में पानी की लघु बूँदें तो सूक्ष्मदर्शी से दीखने लायक या करीब-करीब वैसी ही होती हैं।

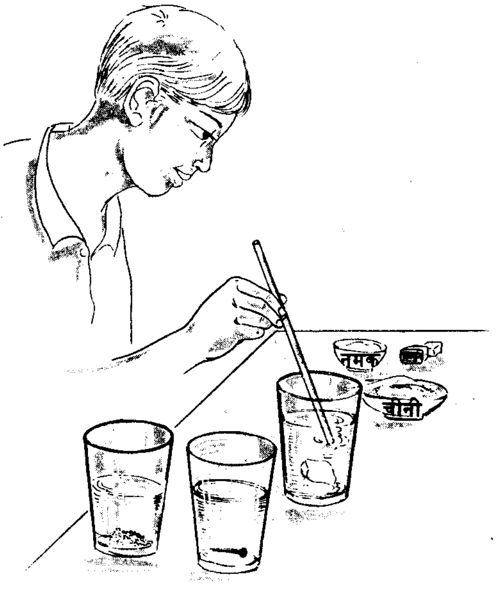
अच्छी तरह समझने के लिए

जिस पदार्थ प्रक्रम से बादल की लघु बूँदें मिलकर वर्षा की बूँदें बन जाती हैं वह तो ठीक से अभी तक नहीं समझी जा सकी है फिर भी मौसमविज्ञानी इसके बारे में अधिकाधिक जानने के लिए जुटे हुए हैं। अभी तक उन्हें कुछ बादलों को पानी बरसाने पर मजबूर कर देने और कुछ को अस्थायी रूप से अदृश्य कर देने में सफलता मिल चुकी है। वर्षा की बूँदों के आकार में काफी अंतर रहता है। इनका व्यास एक मिलीमीटर से भी कम (पिन की नोक की तरह) से लेकर करीब आधे सैन्टीमीटर तक होता है। जैसा कि लोग प्रायः सोचते हैं, उसके विपरीत वर्षा की बूँदें बिल्कुल गोलाकार होती हैं, वे आगे से नोकदार या स्ट्रीम लाइंड नहीं होतीं।

5 (ख). वर्षा की बूँदें जब ठंडी हवा में से गुजरती हैं तो वे ओलों या सहिमवृष्टि (बजरी) के रूप में बदल सकती हैं

सहिमवृष्टि तो वस्तुतः हिमीभूत वर्षा ही है। वर्षा उन बादलों से बनती है जो हिमकारी तापमान से कुछ उष्ण होते हैं। जब ये बूँदें हवा की अधिक ठंडी तहों से गुज़रती हैं तो वे जमकर बर्फ़ की छोटी-छोटी गोलियाँ जैमी बन जाती हैं। इसी को सहिमवृष्टि कहते हैं।

कभी-कभी यह हवा बजरी हवा में बहुत ऊपर-नीचे होती रहती है। कभी यह हवा की हिमकारी परतों में और कभी उससे भी ठंडी परतों में जाती है। और ऐसा कई बार होता रहता है। हर बार जब बर्फ़ के कण ठंडी हवा की परत में से गुज़रते हैं तो उसका पानी भी जम जाता



चित्र 2-54
बच्चे स्वयं यह पता लगा सकते हैं कि कौन-सी चीजें पानी में आसानी से विलीन हो जाती हैं।

देखिए कि छोटी सी बोतल भर पानी में कितना नमक घुल जाता है। विद्यार्थियों को यह दिखाइए कि एक सीमा से अधिक नमक पानी में नहीं घुल सकता।

अच्छी तरह समझने के लिए

ऐसे पदार्थों की संख्या बहुत बड़ी है जो पानी में थोड़ा सा घुल जाते हैं, कम से कम इतना अवश्य कि पानी में उनका स्वाद आ जाए। चाक या तेल ऐसी ही चीजें हैं। वास्तव में तो काँच और शैल या पत्थर भी पानी में थोड़ा सा अवश्य घुल जाते हैं। पीने के पानी में जो स्वाद होता है, वह उनमें लेशमात्र घुले पदार्थों के कारण ही होता है। ये इतनी न्यून मात्रा में होते हैं कि बहुत ही सुग्राही रासायनिक परीक्षणों के बिना उनका पता लगाना भी कठिन होता है। गैस भी पानी में घुली रहती है। मछलियाँ पानी में घुली ऑक्सीजन से ही साँस लेती हैं। हल्के से दबाव के अधीन पानी में घुली कॉर्बन डाइ-ऑक्साइड सोडा आदि अनेक पेयों का कार्बोनेटीकरण करती है।

6 (ग). तलछटीकरण (अवसादन), निथारने (निस्तारण) और छानने (निस्यंदन) से पानी के निलंबित अपद्रव्य प्रायः अलग हो जाते हैं।

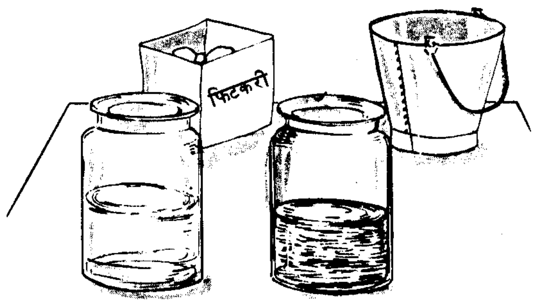
कुछ पदार्थ ऐसे हैं जो जल में घुलते नहीं बल्कि बहुत बारीक कणों के रूप में निलंबित रहते हैं। दूध और रोगनों का जो रंग आपको दिखाई देता है वह इसी तरह के कणों के कारण होता है। जो पानी कुछ हल्का गँदला-सा दिखाई देता है वह भी इसी कारण ऐसा दीखता है, यद्यपि उसमें ये कण बहुत ही थोड़े होते हैं। इस तरह के कणों को पानी से निकालने के कई तरीकें हैं। उनमें से एक है अवसादन। इस प्रक्रम में अशुद्ध जल को काफ़ी समय तक रखा रहने देते हैं ताकि बारीक-बारीक कणों को तली में बैठने का अवसर मिल जाए। कई बार इस अवसादन क्रिया के लिए पानी में किसी पदार्थ के

मिला देने से शीघ्रता हो जाती है। यह पदार्थ पानी की तली में बैठ जाता है और अपने साथ निलंबित कणों को भी लेता जाता है। नीचे लिखे जैसे प्रयोगों द्वारा इस बात को और स्पष्ट किया जा सकता है।

अन्वेषण | **अवसादन जल्दी कैसे हो सकता है?**

आवश्यक सामग्री
बाल्टी, दो-एक समान स्वच्छ काँच के जार, पिसी हुई खड़िया या मिट्टी, फिटकरी, पानी

एक बाल्टी पानी में थोड़ी-सी बारीक मिट्टी या चाक या ऐसी ही कोई और चीज़ डालकर उसे कुछ गँदला या दूधिया बना लीजिए। गँदले पानी की बराबर-बराबर मात्रा से काँच के दो एक-जैसे बर्तनों को भर किसी ऐसी जगह रखिए जहाँ से हिलाए-डुलाए न जा सकें। एक बर्तन के पानी को तो निथारने के लिए स्थिर होने दीजिए। इसके साफ़ होने में कई दिन लग जाएँगे। दूसरे बर्तन के पानी में चुटकी भर बारीक पिसी हुई फिटकरी छिड़क भर दीजिए, मिलाने की ज़रूरत नहीं है। अब बच्चों को यह निरीक्षण करने दीजिए कि किस बर्तन का पानी जल्दी साफ़ होता है। यह बताने के लिए बच्चों को प्रोत्साहित कीजिए कि फिटकरी के मिला देने से अवसादन कितनी जल्दी हुआ।



चित्र 2-55
उपयुक्त रसायनों से अवसादन की क्रिया जल्दी होती है।

चाक के चूरे और रेत या इसी तरह की और बारीक चीज़ों की अवसादन गति की तुलना कीजिए। यह देखिए कि अवसादन-गति और अपद्रव्य के कणों के आकार में क्या संबंध है?

पानी से अपद्रव्यों को निकालने की एक अन्य विधि निस्तारण है। इसमें हल्के-हल्के पानी को किसी और बर्तन में उड़ेल दिया जाता है और अवांछित तलछट पुराने बर्तन में नीचे रह जाती है। निस्तारण प्रक्रम के बारे में बच्चों को समझाने में इस प्रकार के बहुत सरल-से प्रयोगों से सहायता मिलेगी।

अन्वेषण | **द्रव्यों का निस्तारण कैसे किया जाता है?**

आवश्यक सामग्री
काँच के दो साफ़ जार, रेत, पानी

बच्चों से कहिए कि रेत मिले पानी में से पानी को अलग करें। बहुत से बच्चे फौरन यह करने लग जाएँगे। वे रेत को नीचे बैठ जाने देंगे और धीरे-से ऊपर के पानी को, जो अब प्रायः साफ होगा दूसरे जार में उड़ेल

देंगे। इससे रेत पहले वाले जार में नीचे जमा रह जाएगा। इसी को निस्तारण कहते हैं। यह प्रक्रम उस गँदले पानी पर भी लागू हो सकता है, जिसका पिछले प्रयोग में अवसादन हुआ है।

चित्र 2-56
पानी में से कुछ अपद्रव्य निथार कर अलग किए जा सकते हैं।

कक्षा में ही थोड़ी सी चाय बनाइए। जब चाय की पत्तियाँ नीचे बैठ जाएँ तो बच्चों को दिखाइए कि अब चाय का साफ़ पानी कैसे चायदानी से बाहर उँड़ेला जा सकता है जिससे पत्तियाँ चायदानी में ही रह जाएँ।

निस्यंदन या छानना एक सरल किन्तु महत्त्वपूर्ण प्रक्रम है। घर और प्रयोगशाला दोनों में यह बहुत काम आता है। इस क्रिया में किसी ऐसे द्रव को जिसमें अपद्रव्य मिले हों पर घुले न हों किसी निस्यंदक (यानी फिल्टर) जैसे कपड़ा या सरंध्र कागज या रेत या मिट्टी में से निकाला जाता है। बिना घुले पदार्थ फिल्टर में से छन नहीं पाते और उसी पर बच रहते हैं। बच्चों को छानने की क्रिया स्वयं करके देखने को प्रोत्साहित कीजिए, जिसके लिए यह प्रयोग अच्छा रहेगा।

अन्वेषण

द्रव्यों में से अपद्रव्य कैसे निस्यंदित किए जाते हैं?

आवश्यक सामग्री
काँच का जार, पानी, मिट्टी, कपड़ा

बच्चों से कहिए कि पानी में मिली मुट्ठीभर मिट्टी को छान कर अलग करें। पानी छानने के लिए वे चाहें जो पदार्थ इस्तेमाल करें। जैसा कि चित्र 2–57 में दिखाया गया है, वे एक कपड़े से भी छान सकते हैं। अधिकतर तो छना हुआ पानी अभी भी गँदला रहेगा। यह इस कारण है कि कुछ पदार्थ पानी में अभी भी निलंबित रह गया है, क्योंकि इसके कण इतने बारीक थे कि फिल्टर में से भी निकल गए। बच्चों को कहिए

कि दूध को भी इसी प्रकार छानकर इसमें से निलंबित श्वेत ठोस पदार्थ अलग करें। उन्हें यह बताइए कि छलनी भी एक प्रकार की निस्यंदक (फिल्टर) ही होती है।

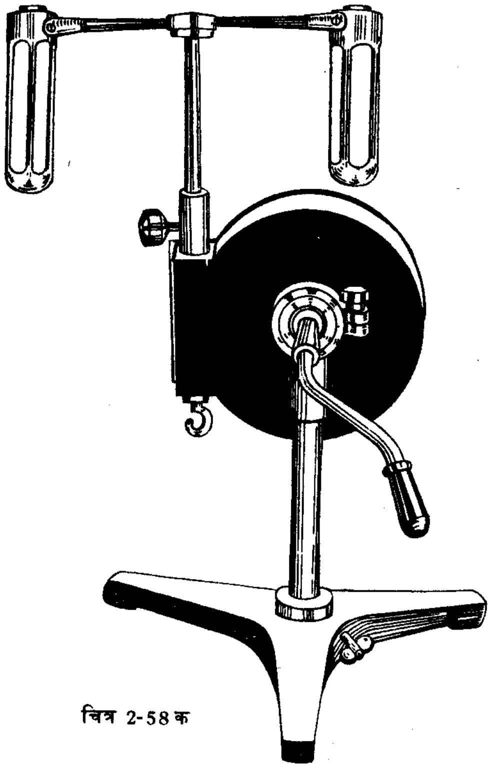
चित्र 2-57
पानी के कुछ अपद्रव्य निस्यंदन द्वारा निकाले जा सकते हैं।

कक्षा में थोड़ी सी चाय बनाइए। चाय को छलनी में छानिए जिसमें पत्तियाँ रह जाएँगी। बच्चों को बताइए कि यह भी छानने या फिल्टर करने की एक विधि है।

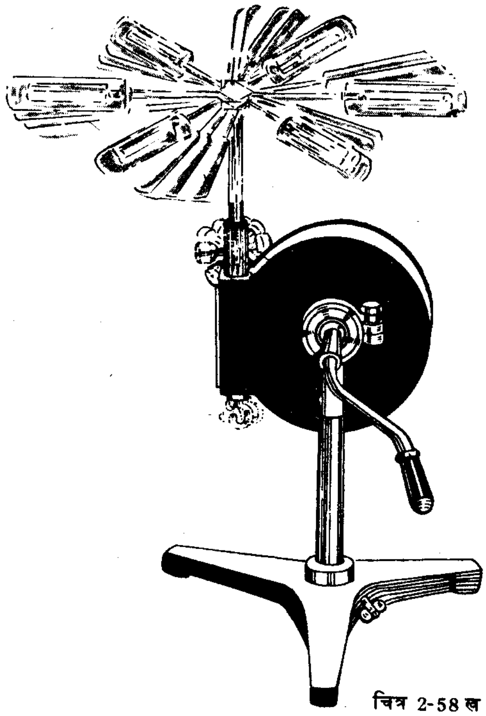
अच्छी तरह समझने के लिए

व्यवहार में वैज्ञानिक पानी और ठोस पदार्थों को अलग करने के लिए ऊपर बताए गए तथा अन्य तरीकों को भी इस्तेमाल करते हैं। इन तरीकों में अपकेन्द्रित्र (सेंट्रीफ्यूज) भी एक अच्छा तरीका है। यदि काफी समय मिले तो मक्खन भी दूध से अलग हो सकता है क्योंकि दूध क्रीम से घना (भारी) होता है और तली में बैठ जाता है। अपकेन्द्रित्र—में घनत्व के इस अंतर को और बढ़ा दिया जाता है। दूध से भरे बर्तन को घूमनेवाले फ्रेम में तेजी से घुमाने से चंद मिनटों में ही दूध और क्रीम अलग-अलग किया जा सकता है। देखिए चित्र 2-58 क, ख।

जल को शुद्ध करने में आवश्यकतानुसार अवसादन किया जाता है। कई बार इसे छाना भी जाता है। इसके लिए प्रायः बड़े-बड़े फिल्टरों का इस्तेमाल करते हैं जो अधिकतर बारीक रेत के बने होते हैं।



चित्र 2-58 क



चित्र 2-58 ख

सैण्ट्रीफ्यूज द्वारा अवसादन के जरिए पृथक्करण जल्दी किया जा सकता है।

6 (घ). वर्षा का जल सामान्यतः साफ़ होता है

बच्चे अब तक यह जान चुके हैं कि बादलों के पानी की छोटी-छोटी बूँदें हवा में धूल के कणों पर या अन्य ठोस पदार्थों पर बनती हैं। वास्तव में वायु में ऐसे पदार्थ सामान्य वर्षाजल में अवश्य उपस्थित रहते हैं किन्तु ये अपद्रव्य बहुत ही थोड़ी मात्रा में होते हैं। साधारणतया वर्षा का पानी तब तक, जब तक यह ज़मीन पर नहीं पहुँचता, बहुत स्वच्छ और निर्मल होता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को यह बात स्पष्ट की जा सकती है।

अन्वेषण | **वर्षा का जल कितना साफ़ होता है?**

आवश्यक सामग्री
काँच का साफ़ बर्तन, वर्षा का पानी, आवर्धक लैंस (यदि मिल सके)

बच्चों से कहिए कि वर्षाजल को बहुत स्वच्छ पात्रों में इकट्ठा करें। उनसे कहिए कि वे देखें कि इसमें आँखों से दीखनेवाले अपद्रव्य तो नहीं हैं। साधारणतया उन्हें वर्षा के पानी में ऐसी गंदगी नहीं मिलेगी। उनसे

कहिए कि वे पानी को चखकर बताएँ कि इसमें कोई विशेष बात तो नहीं है। वर्षा के जल में आमतौर से कोई स्वाद नहीं होता। ऐसा किसी अपद्रव्य के कारण नहीं बल्कि उसमें इसके न होने के कारण होता है। पीने के पानी में जो स्वाद होता है, वह इसमें मिले कुछ पदार्थों के कारण ही होता है। वर्षाजल में ये पदार्थ बिल्कुल नहीं रहते। (नोट : कभी-कभी आँधी आने के बाद जो वर्षा होती है उस पानी में अपद्रव्य रहते हैं, जिन्हें साफ़ देखा जा सकता है।)

साफ़ प्याली में थोड़ा सा वर्षाजल लेकर उसे गर्म कीजिए। जब पानी का वाष्पन हो जाए तो देखिए कि प्याली में नीचे कुछ जमा रह गया है या नहीं। क्या 'स्वच्छ वर्षाजल' नितांत स्वच्छ होता है ?

अच्छी तरह समझने के लिए

संसार में बहुत से स्थानों पर वर्षा का पानी पीने के लिए बड़े पैमाने पर जमा किया जाता है क्योंकि कुछ द्वीपों में तो पीने के लिए कुएँ का मीठा पानी मिलता ही नहीं। ऐसी जगहों में घरों की छतें बहुत साफ़-सुथरी रखी जाती हैं और जब वर्षा होती है तो छतों पर एकत्र पानी को लोग पीने के लिए रख लेते हैं।

पीने के पानी में जो सबसे खतरनाक अपद्रव्य हो सकते हैं वे हैं रोगाणु। पानी के रोगाणुओं को मारने के लिए पानी को 20 मिनट तक खूब खौला लीजिए। इससे यह स्वच्छ हो सकता है। भले ही ऐसा पानी देखने में कुछ गंदा लगता हो या इसका स्वाद भी अच्छा न हो किन्तु खौलाए हुए पानी को पीने में कोई डर नहीं होता।

7. पृथ्वी के नीचे पानी उपस्थित रहता है

इस इकाई की दूसरी कक्षा में बच्चे यह सीख चुके हैं कि कभी-कभी पानी आंतर्भौम स्रोतों से भी निकाला जाता है। उन्होंने कुएँ या चश्मों से प्राप्त होनेवाले जल संबंधी प्रयोग भी किए। वे आंतर्भौम-जल-स्तर के बारे में भी थोड़ा-बहुत जान चुके हैं, भले ही वे अभी इस शब्द विशेष का प्रयोग न कर सकें। अब इस चौथी कक्षा में बच्चे यह सीखेंगे कि ज़मीन के भीतर पानी कैसे बहता है और आंतर्भौम जल-स्तर कैसे बनता है।

7 (क). पानी सरंध्र पदार्थों से गुज़रता है

अपने ही अनुभव से बच्चे यह जानते हैं कि पानी सरंध्र चीज़ों में से गुज़र जाता है। दिखाई देनेवाले छेदों में से पानी का निकलना वे देखते ही हैं। जैसे कि तार की जाली या कपड़े में से पानी का निकल जाना। फिर भी बच्चों को यह समझाने की आवश्यकता अवश्य होती है कि पानी का सरंध्र पदार्थ में से निस्यंदन भी "पदार्थ से गुज़रता" ही है भले ही इस तरह पानी बहुत ही धीरे-धीरे बहता हो। इस प्रकार के प्रयोगों से इस बात के समझने में उनकी सहायता की जा सकती है।

अन्वेषण	पानी सरंध्र पदार्थों में से कैसे-कैसे गुज़रता है ?	आवश्यक सामग्री कपड़ा या सरंध्र कागज, लैम्प की चिमनी, पानी

सोख्ता कागज़, पेपर टॉवेल या कपड़े की कई तहें करके मोटी-सी सरंध्र गद्दी बनाइए। यह गद्दी करीब एक सैंटीमीटर या इससे अधिक मोटी होनी चाहिए। चित्र 2–59 की तरह लैम्प की स्वच्छ चिमनी के

नीचे की तरफ़ यह गद्दी लगाकर कसकर दबाइए। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि लैम्प की *चिमनी और यह गद्दी मिलाकर एक ऐसा बर्तन बन* गया है जिसकी तली सरंध्र है। विद्यार्थियों से पूछिए कि क्या इसमें अब पानी रुक सकता है। कुछ बच्चे कहेंगे कि पानी नहीं रुकेगा, कुछ कहेंगे रुकेगा। अब इसमें पानी उँड़ेलिए। बच्चे देखेंगे कि इसमें से अर्थात् गद्दी में से होकर पानी निकल रहा है। इसे अक्सर रिसना या टपकना कहते हैं लेकिन वास्तव में यह भी धीरे-धीरे बहना ही है। बच्चों से पूछिए कि और कौन से पदार्थ हो सकते हैं, जिनमें से पानी इस तरह धीरे-धीरे बह सकता है। वे लकड़ियों की परतों, स्पंज और रेत की पर्तों या इसी तरह की और चीज़ों के नाम लेंगे। जिस तरह से अभी आपने प्रयोग किया है, उसी तरह इन चीज़ों से भी प्रयोग किया जा सकता है। यदि मिल सके तो बच्चों को झाँवा (प्यूमिस पत्थर) भी दिखाइए जो कि सरंध्र होता है। यह समझने में उनकी मदद कीजिए कि कई प्रकार के शैल या चट्टानें भी सरंध्र होती हैं।

चित्र 2-59
बहुत-से सरंध्र पदार्थों में से पानी धीरे-धीरे गुजर जाता है।

मिट्टी के कोरे घड़े या मिट्टी के और किसी बर्तन में से पानी का निस्यंदन भी बच्चों को दिखाइए। बच्चों से पूछिए कि घड़े का सारा पानी निकल जाने में कितनी देर लगेगी। अब इसे करके देखिए और यह भी देखिए कि बच्चों की भविष्यवाणी कहाँ तक ठीक है। घड़े या मिट्टी के जिस बर्तन में आप यह प्रयोग करें उसका मुँह ढकना न भूलिए ताकि पानी का ऊपर से वाष्पन न हो।

बच्चों को इस बात की भी याद दिलाइए कि चमड़े की मश्कों, ईंटों की दीवारों और पलस्तर में से पानी किस तरह से निस्यंदित होता है।

7 (ख). अरंध्र शैलों से पानी का बहाव रुक जाता है

बच्चे इस बात को अच्छी तरह जानते हैं कि ठोस चट्टानों में से होकर पानी धीरे-धीरे भी नहीं बह सकता लेकिन वे इस बात को नहीं समझते कि पृथ्वी के आधार शैल की तरह ठोस चट्टानों में भी बहुत सी दरारें होती हैं। नीचे लिखे जैसे प्रयोगों से यह समझने में विद्यार्थियों की मदद की जा सकती है कि जब पानी ठोस चट्टानों से टकराता है तो उसका क्या होता है।

अन्वेषण

क्या ठोस चट्टानों में से पानी निकल जाता है?

आवश्यक सामग्री
ठोस पत्थर की प्याली, चटका हुआ प्याला या मिट्टी का बर्तन, पानी

ठोस पत्थर की प्याली मँगवाइए। यह बहुत छिछली ट्रे जैसी हो सकती है। इस प्याली में पानी डालिए और बच्चों से पूछिए कि क्या पानी बाहर को रिस जाएगा। उसे कई दिन तक रखे रहने दीजिए और यह दिखाइए कि बच्चों का कथन सही था या नहीं। अब बच्चों से पूछिए कि यदि पत्थर की यह प्याली चटकी हुई होती तो क्या होता। एक टूटी हुई प्याली भी शायद मिल सकती है। या अधिक चटका हुआ चाय का प्याला भी अच्छा काम दे सकता है। मिट्टी का कोई अरंध्र बर्तन तोड़कर और फिर तागे से बाँधकर चटके हुए पत्थर के बर्तन का नमूना बताया जा सकता है। अब इस चटके हुए बर्तन में पानी डालिए तो जहाँ से दरार पड़ी है वहाँ से पानी निकलना शुरू हो जाएगा। बच्चों से पूछिए कि क्या वे समझते हैं कि ज़मीन के नीचे जो शैल हैं वे कहीं से भी टूटे हुए नहीं हैं। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि अरंध्र शैल की बनी भूमि में से थोड़ा-बहुत पानी जरूर बहता है।

बच्चों से कहिए कि वे ज़मीन में ऐसे शैलों का पता लगाएँ जिनमें कोई दरार न हो। आमतौर से ऐसे बड़े शैल ढूँढ़ पाना असंभव होगा, जिनमें कोई दरार न हो।

7 (ग). भूमिगत पानी का स्तर (आंतर्भौम जल-स्तर) ऊँचा या नीचा हो सकता है

पृथ्वी के भीतर प्रायः हर प्रकार के पदार्थों—खासकर बजरी और रेत—में से होकर धीरे-धीरे पानी बहता रहता है। इसी का यह परिणाम होता है कि जमीन के भीतर हर जगह थोड़ी-बहुत नमी रहती है। किसी निश्चित स्तर तक पृथ्वी जल से संतृप्त रहती है। जिस स्तर तक यह इस प्रकार से संतृप्त रहती है उस स्तर को आंतर्भौम जल-स्तर कहते हैं। किन्हीं स्थानों पर आंतर्भौम जल-स्तर पृथ्वी से कई-कई सौ फुट नीचे होता है। कहीं यह पृथ्वी की सतह के बहुत निकट होता है। कहीं यह पृथ्वी की सतह पर ही होता है।

आंतर्भौम जल-स्तर साल के भिन्न-भिन्न समयों में काफ़ी बदलता रहता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जो विद्यार्थियों को यह समझाने में सहायक हो सकते हैं कि आंतर्भौम जल-स्तर किस प्रकार का होता है।

अन्वेषण

आंतर्भौम जल-स्तर क्या है?

आवश्यक सामग्री
काँच का बड़ा सा जार, मोटी रेत, पानी

एक बड़े से काँच के जार की तह में कई सैंटीमीटर नीचे मोटी रेत की तह जमा दीजिए। बच्चों को बताइए कि यह सरंध्र पृथ्वी का मॉडल होगा। बर्तन के बिल्कुल सिर से उसमें इस तरह से पानी उड़ेलिए कि न तो इससे छींटे आएँ न रेत कटने पाए। अब बच्चों को देखने दीजिए कि जैसा पीछे चित्र 2–60 में दिखाया गया है, पानी सरंध्र रेत में से होकर धीरे-धीरे बहता है। क्या वे इस बात पर ध्यान दे

सकते हैं कि रेत की नीचे की पर्त पानी से संतृप्त हो जाती है। यही स्तर आंतर्भौम जल-स्तर के समान है। अब थोड़ा और पानी उड़ेलिए। क्या अब बच्चे देख सकते हैं कि आंतर्भौम जल-स्तर और उठ गया है।

चित्र 2-60
सरल मॉडल की सहायता से आंतर्भौम जलस्तर के बारे में समझा जा सकता है।

चर्चा

कुएँ और आंतर्भौम जल-स्तर का क्या संबंध है?

आपके आसपास के कुओं में पानी का जो स्तर हो उसके बारे में बच्चों के साथ चर्चा कीजिए। बच्चों को यह याद कराइए कि कुआँ पृथ्वी में किया हुआ एक ऐसा छेद है जो आंतर्भौम जल-स्तर से नीचे तक जाता है। कुओं में पानी का जो स्तर रहता है वह आसपास के आंतर्भौम जल-स्तर की चोटी के बराबर रहता है। कुएँ के पानी के स्तर में जो उतार-चढ़ाव होते हैं उनसे चारों ओर के आंतर्भौम जल-स्तर के नीचे ऊपर होने का पता लगता है। वर्ष में आपके स्थान का आंतर्भौम जल-स्तर सबसे ऊँचा कब होता है? यह स्तर सबसे नीचा कब होता है? यदि आंतर्भौम जल-स्तर कुएँ की तली से नीचा हो जाए तो क्या परिणाम होगा।

किसी झील या तालाब के किनारे पानी से करीब एक मीटर दूरी पर छोटा-सा गड्ढा खोदिए और देखिए कि क्या पानी रिसकर इस गड्ढे में भर जाता है। क्या यह गड्ढा आंतर्भौम जल-स्तर से नीचे चला गया है?

7 (घ). जब आंतर्भौम जल-स्तर जमीन की सतह के पास ही होता है तो वहां दलदल बन जाते हैं

कुछ स्थानों पर आंतर्भौम जल-स्तर भूमि की सतह के बहुत निकट आ जाता है। ऐसे स्थानों की जमीन बहुत नम हो जाती है और इससे प्रायः दलदल बन जाते हैं। वास्तव में यदि किसी दलदल में पानी भरा हो तो यह समझना चाहिए कि इस स्थान पर आंतर्भौम जल-स्तर भूमि की सतह से भी ऊपर है। जब आंतर्भौम जल-स्तर नीचा हो जाता है तो दलदल भी छोटा हो जाता है और कई बार सूख भी जाता है। बच्चों को आंतर्भौम जल-स्तर और दलदली भूमि के संबंध को नीचे लिखे प्रकार के प्रयोग से अच्छी तरह समझाया जा सकता है।

अन्वेषण | **दलदल कैसे बनता है ?** | **आवश्यक सामग्री** काँच का साफ़ जार, रेत, पानी

ऊपर की उपसंकल्पना 7 (ग) के अनुसार काँच के बर्तन में रेत जमाइए। इस बार रेत की सतह में एक गर्त सा रखिए जैसा कि चित्र 2–61 में दिखाया गया है। यह जगह वहाँ से बहुत दूर होनी चाहिए जहाँ मॉडल में पानी डाला जाए। विद्यार्थियों को यह नोट करने को कहिए कि जैसे-जैसे पानी डाला जाएगा और जल-स्तर ऊपर उठेगा, गहरी जगह की रेत किस प्रकार गीली होती जाती है। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि यह गीला हिस्सा ही एक दलदल का मॉडल है। जब जल का स्तर और ऊपर उठता है तो दलदली भूमि तालाब या झील बन जाती है।

चित्र 2-61
जब कहीं भूमि आंतर्भौम जलस्तर से थोड़ी नीची होती है तो वहाँ अनूप, कच्छ या छिछला तालाब बन जाता है।

बच्चों का ध्यान आसपास के किसी मौसमी तालाब या झील की तरफ ले जाइए। बरसात के बाद झील या तालाब बड़ा होता है क्योंकि उस समय आंतर्भौम जल-स्तर ऊँचा होता है। ज्यों-ज्यों गर्मी के दिन आते-जाते हैं जल-स्तर नीचा होता जाता है और झील या तालाब छोटे होते जाते हैं। कभी-कभी ये बिल्कुल ही सूख जाते हैं।

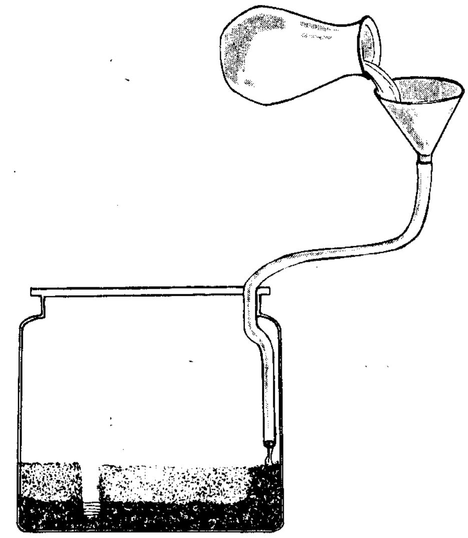
7 (ङ). कुओं और स्रोतों में पानी आंतर्भौम जल-स्तर के नीचे से लिया जा सकता है

बच्चे यह जानते हैं कि कुएँ पृथ्वी में वे छेद हैं जो आंतर्भौम जल-स्तर से गहरे होते हैं। सोते क्या हैं यह समझना कठिन है। कभी-कभी पानी अरंध्र शैलों के मध्य स्थित सरंध्र शैलों की परतों में जमा हो जाता है। इस पानी के ऊपर दबाव हो सकता है। यह दबाव इस कारण होता है कि कुछ किलोमीटर या और दूर आंतर्भौम जल-स्तर इससे अधिक ऊँचा रहता है। यदि अरंध्र शैलों में कहीं दरार है तो पानी इसमें से फूटकर पृथ्वी की सतह पर निकल आता है और यही प्राकृतिक सोता बन जाता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनकी सहायता से बच्चों को समझाया जा सकता है कि कुएँ पानी कैसे देते हैं।

अन्वेषण

कुओं में पानी कहाँ से आता है?

आवश्यक सामग्री
काँच का साफ़ जार, मोटी रेत, पानी



फिर से काँच के बर्तन में रेत भर कर पहले जैसा ही मॉडल बनाइए। मॉडल में एक आंतर्भौम जल-स्तर भी बनाइए। अब जल-स्तर के नीचे तक जैसा कि चित्र 2–62 में दिखाया गया है, एक छोटा-सा गर्त बना दीजिए। बच्चों को दिखाइए कि किस तरह चारों ओर के आंतर्भौम जल-स्तर से पानी आकर इस छेद में भर जाता है।

चित्र 2-62
जब आंतर्भौम जलस्तर से नीचा कुआँ खोदा जाता है तो पानी चारों ओर से रिस-रिस कर आता है।

पास के किसी कुएँ पर जाइए। संभव हो तो खुदते हुए कुएँ को जाकर देखिए। फिर आंतर्भौम जल-स्तर, सरंध्र शैल में से पानी के निस्यंदन और इसी प्रकार की दूसरी संकल्पनाओं के बारे में बच्चों को बातचीत द्वारा समझाइए।

कक्षा में पाताल तोड़ कुआँ (आर्टीसन वैल) या सोते का मॉडल बनाना कठिन है। फिर भी एक आयोजनाबद्ध चर्चा से, जैसी कि नीचे दी गई है, बच्चों को इस प्रकार के पानी के स्रोतों के बारे में समझाने में सहायता दी जा सकती है।

प्रत्यक्षालाप | **स्रोतों के बारे में हम क्या पता लगा सकते हैं?**

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे अपने माता-पिता से उनके द्वारा देखे हुए सोतों के बारे में पूछें। क्या सोतों से सारे साल एक-सी मात्रा में पानी निकलता है या मौसम के अनुसार घटता-बढ़ता रहता है? यदि आपके आसपास कोई सोता है तो जाकर देखिए कि इससे कब और कितना पानी निकलता है? क्या पास में कोई ऐसी ऊँची जगह है, जिससे सोते में पानी आता है?

विद्यार्थियों को प्राकृतिक सोतों के चित्र दिखाइए। यदि कोई पातालतोड़ कूप आसपास में हो तो बच्चों को उसे दिखाने ले जाइए या उसके बारे में आप स्वयं उन्हें बताइए।

अच्छी तरह समझने के लिए

इस कक्षा में जो पाठ बच्चों को पढ़ाए गए हैं उनमें से अधिकांश जल में होनेवाले भिन्न-भिन्न परिवर्तनों के बारे में हैं। पानी के वाष्पन के बारे में विस्तार से बताया गया है। भिन्न-भिन्न मौसम में इसके वर्षण के बारे में भी बताया गया है। भूमि के भीतर पानी कैसे जमा होता है उसके विषय में भी कुछ अध्ययन हुआ और आंतर्भौम जल-स्तर से पानी प्राप्त करने के बारे में भी विचार कर लिया गया। ये सब चीज़ें उन घटनाओं के अनंत चक्र की एक भाग हैं, जिनके द्वारा पृथ्वी का पानी वायु में जल-वाष्प के रूप में मिल जाता है। वायु में से यह किसी न किसी प्रकार के वर्षण के रूप में फिर पृथ्वी पर आता है। इस समस्त घटनाचक्र को 'जलचक्र' कहा जाता है। अध्यापक को इस इकाई की सामग्री को इस ढंग से प्रस्तुत करना चाहिए कि जलचक्र स्पष्ट हो जाए। बच्चों को यह बातें कि वर्षा कहाँ से आती है, नदियाँ स्थायी रूप से क्यों नहीं सूखतीं और कुएँ क्यों नहीं सूखते आदि जलचक्र की दृष्टि से समझानी चाहिए। वे जलचक्र को समझ लेने पर यह अनुभव करेंगे कि वे जल की पूर्ति बढ़ा सकते हैं। वे यह भी समझ सकते हैं कि यदि काफ़ी बड़े क्षेत्र में से सारी वनस्पति को नष्ट कर दिया जाए तो जलचक्र में बाधा पड़ सकती है। क्योंकि ऐसा होने पर ज़मीन में समाने के लिए पानी अधिक देर तक वहाँ नहीं ठहर पाएगा और इस तरह मनुष्य को आंतर्भौम जल मिलना बंद हो जाएगा।

बच्चों को इस बारे में भी सोचने को प्रवृत्त करना चाहिए कि आखिर इस जलचक्र के लिए आवश्यक ऊर्जा का स्रोत क्या है। ऊर्जा के स्रोत के बारे में इस इकाई की प्रमुख संकल्पना-1 में विचार हो चुका है और यह है सूर्य। सूर्य से ही वाष्पन के लिए गर्मी की ऊर्जा प्राप्त होती है और सूर्य की ऊर्जा से ही पवन या हवाएँ बनती हैं। पृथ्वी को कभी-कभी विशाल ताप-इंजन कहा जाता है इसलिए इसका काम सूर्य की ऊर्जा को मौसम के विभिन्न उग्र रूपों में बदलना है।

इकाई 2

वायु, जल और मौसम

पाँचवीं कक्षा

सामान्य दृष्टि

अन्य जीवित प्राणियों की भाँति मनुष्य की भी अन्य जीवित वस्तुओं और अपने पर्यावरण की निर्जीव वस्तुओं से भी पारस्परिक क्रिया होती रहती है। पर्यावरण की निर्जीव वस्तुओं में वायु, जल और मौसम बहुत महत्त्वपूर्ण हैं। आदिम मनुष्य तो केवल उन्हीं परिस्थितियों में जीवित रह सकता था जिनमें जल, वायु और मौसम उसके अनुकूल हों। जैसे-जैसे जनसंख्या और सभ्यता बढ़ी, मनुष्य अपने पर्यावरण का स्वामी बनने लगा। अब वह अपने आसपास के तापक्रम को अपने अनुकूल रख सकता है और अपने इस्तेमाल के लिए जहाँ और जब पानी की जैसी आवश्यकता हो उसे जमा और शुद्ध कर सकता है। समय के साथ-साथ मनुष्य अब मौसम के विभिन्न प्रकारों के बारे में भविष्यवाणी करने की अपनी क्षमता भी बढ़ाता जा रहा है। धीरे-धीरे वह मौसम के कुछ पक्षों पर नियंत्रण करने के सिद्धांतों को भी सीखता-समझता जा रहा है। मनुष्य जल, वायु और मौसम का अध्ययन इसलिए करता है कि वह पर्यावरण की इन चीज़ों का अच्छी तरह उपयोग और नियंत्रण कर सके।

वायु, जल और मौसम के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करने के अलावा प्राथमिक कक्षाओं के विद्यार्थियों को इस इकाई में भौतिकी और रसायन-विज्ञान के बारे में भी कुछ मौलिक सिद्धांतों का परिचय प्राप्त करने का अवसर मिलता है। ये बातें इस इकाई की सामग्री को समझ लेने में सार्थक तो होंगी ही, इन विषयों में आगे चलकर विशेष प्रकार का ज्ञान प्राप्त करने के लिए भी ये लाभदायक रहेंगी। इस पाँचवीं कक्षा में यही बातें सामने रखनी हैं। यहाँ बच्चों को वायु के दबाव के बारे में और इस दबाव को आम युक्तियों में कैसे उपयोग किया जा सकता है, पता चलेगा। भिन्न-भिन्न स्थितियों में पानी का जो दबाव पड़ता है, उसके बारे में भी यहाँ बताया गया है। सरल रसायन-विज्ञान की दृष्टि से यहाँ विद्यार्थियों को वायुमंडल में विद्यमान और अधिक महत्त्वपूर्ण तत्त्वों और यौगिकों के बारे में बोध होगा। विभिन्न पदार्थों को घुला देने की पानी की क्षमता का भी विद्यार्थी अध्ययन करेंगे।

इस कक्षा की प्रमुख संकल्पनाएँ 2, 3, 4 और 6 मूल भौतिक सिद्धांतों के बारे में हैं और उन पर अध्यापकों तथा विद्यार्थियों को प्रमुख रूप से ध्यान देना चाहिए। इन निश्चित सिद्धांतों के अलावा पाँचवीं कक्षा को पास करने तक विद्यार्थियों को इतनी समझ अवश्य आ जानी चाहिए कि जल, वायु और मौसम भौतिक पर्यावरण के तीन अंग हैं और इनकी पारस्परिक क्रिया भी होती है। एक ओर इनका मनुष्य पर प्रभाव पड़ता है और दूसरी ओर मनुष्य का इन पर प्रभाव पड़ता है। ऐसा वे भौतिक विज्ञान के मूल सिद्धांतों के अनुसार और उनकी पुष्टि करते हुए ही करते हैं।

1. चीज़ों के फुलाने में वायु का प्रयोग होता है

बच्चे और बड़े सभी जानते हैं कि फूँक भरकर चीज़ों को हवा से फुलाया जा सकता है। जब वे फुटबॉल या गुब्बारे या कागज़ के लिफाफे या थैले को फूला हुआ देखते हैं तो समझ जाते हैं कि फूली हुई चीज़ के भीतर जो हवा का दबाव

है उसी कारण यह फूली हुई है। फूली हुई चीज़ को जब आप दबाते हैं तो यह सख्त लगती है और संपीडन का प्रतिरोध करती है। इसका कारण यह है कि इसके भीतर हवा का दबाव है। इस कक्षा में बच्चे यह तो भली-भाँति जान ही गए हैं कि वायु एक भौतिक पदार्थ है। अब वे यह देख सकते हैं कि इस भौतिक पदार्थ से दबाव भी पड़ता है। इस प्रमुख संकल्पना के अंतर्गत यही विचार है।

इस संकल्पना में केवल इतना ही नहीं कि चीज़ें फूल जाती हैं बल्कि यह भी है कि वायु से दबाव पड़ता है और कभी-कभी यह दबाव बहुत अधिक होता है।

1 (क). वायु गुब्बारे या और किसी चीज़ में फूँक कर भरी जा सकती है

पाँचवी कक्षा के विद्यार्थियों को वायु को भौतिक पदार्थ के रूप में 'हाथ में लेने' का अवसर मिलना चाहिए। उन्हें स्वयं इस प्रकार के अनुभव मिलने चाहिए जिनसे वे वायु और वायु के दबाव के बारे में और अधिक परिचित हो सकें। इनमें से कुछ अनुभव ऐसे हो सकते हैं जिनमें हल्के दबाव की हवा से चीज़ों को फुलाया जाए, जो कि मुँह से बड़ी आसानी से किया जा सकता है। कुछ प्रयोग इस प्रकार के हो सकते हैं :

अन्वेषण | **हम कैसे जान लेते हैं कि गुब्बारे में हवा है ?** | **आवश्यक सामग्री** रबड़ का गुब्बारा या प्लास्टिक की थैली

रबड़ का एक बड़ा सा गुब्बारा या प्लास्टिक की थैली लीजिए। किसी विद्यार्थी से कहिए कि वह अपने मुँह (फेफड़ों) की हवा से इसको फुलाए। विद्यार्थियों के साथ अब इस बात पर चर्चा कीजिए कि वे यह कैसे जान गए कि गुब्बारे के भीतर हवा है। यदि हवा अदृश्य है और साधारण तराज़ू आदि से इसे तौला भी नहीं जा सकता तो किसी वस्तु के भीतर इसकी उपस्थिति का पता कैसे लगाया जा सकता है? उनको यह अनुभव करने में मदद दीजिए कि गुब्बारे के भीतर की हवा के दबाव से ही वे ऐसा समझते हैं कि उसके भीतर हवा है। इस दबाव में वह बल शामिल है जो गुब्बारे या थैले को बाहर की ओर धकेलता है। दबाव और बल बहुत निकट संबंध रखनेवाली संकल्पनाएँ हैं। पृष्ठ 212 पर 'अच्छी तरह समझने के लिए' भी देखिए।

इसी प्रकार प्लास्टिक की थैली या लिफ़ाफ़े को भी फुलाइए।

साबुन के पानी में फूँक मार कर बुलबुले पैदा कीजिए और बच्चों से उस हवा के बारे में चर्चा कीजिए, जो उनको फुला रही है।

1 (ख). फ़ुटबॉल या टायर के ब्लैडर में पंप से हवा भरी जा सकती है

दूसरे प्रकार के अनुभव ऐसे हो सकते हैं, जिनमें हवा के दबाव को पंप या किसी और चीज़ से भरकर और चीज़ों को फुलाकर दिखाया जा सकता है। इसके लिए उससे कहीं अधिक दबाव चाहिए, जितना मुँह से फूँकने पर हो सकता है।

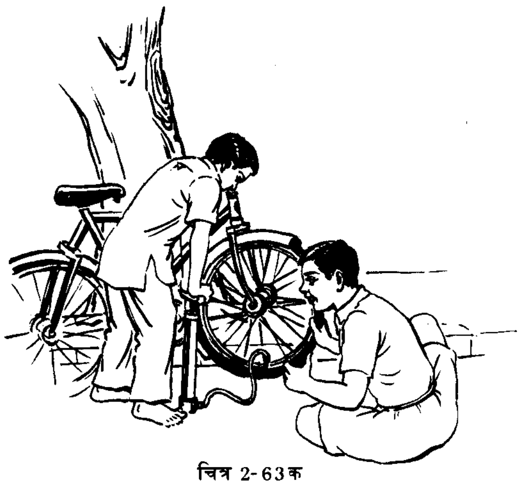
अधिक दबाव दिखाने के लिए पंप का इस्तेमाल किया जाता है जो या तो हाथ से चलता है या किसी प्रकार की मोटर से। क्योंकि साइकिल की ट्यूब में हवा भरनेवाले पंप सब जगह मिल जाते हैं, उनकी सहायता से कक्षा में भारी दबाव पर चीज़ों को फुलाने का प्रयोग करके दिखाया जा सकता है।

अन्वेषण

पंप से हवा कैसे नियंत्रित हो सकती है ?

आवश्यक सामग्री
साइकिल का ट्यूब या फ़ुटबॉल, पंप

किसी बच्चे से साइकिल के पंप से साइकिल के ट्यूब या फ़ुटबॉल के ब्लैडर में हवा भरने को कहिए। दूसरे बच्चों को यह बताइए कि पंप चलाने में विद्यार्थी बल लगाकर वायु को ट्यूब में भर रहा है। ट्यूब के भीतर जितना ही दबाव बढ़ता जाता है उतना ही अधिक ज़ोर इस विद्यार्थी को ट्यूब में और हवा डालने में लगाना पड़ेगा। जब ख़ूब हवा भर जाए तो बच्चों से कहिए कि वे उँगली से ट्यूब या फ़ुटबॉल को दबाने की कोशिश करें या उस पर खड़े होकर या बैठकर दबाएँ जैसा कि चित्र 2.63क और ख में दिखाया गया है। अब उनको यह समझने में मदद कीजिए कि फ़ुटबॉल या ट्यूब के भीतर हवा का जो दबाव है वह बाहर से डाले हुए बहुत बड़े बल को रोकने में समर्थ है।



चित्र 2-63क

चित्र 2-63ख

पँप में काफी ऊँचे दबाव पर हवा रह सकती है।

किसी बच्चे से कहिए कि वह किसी बोतल में मुँह से हवा भरे। वह जितना ही अधिक हवा भरता जाएगा उतना ही दबाव बढ़ता जाएगा।

साइकिल में हवा भरने के पंप को लेकर बच्चे को अलग से दिखाइए कि यह कैसे काम करता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

ज्यों-ज्यों अधिकाधिक हवा थोड़े से ही स्थान में भरती चली जाती है, त्यों-त्यों वायु के अणुओं की सघनता भी बढ़ती जाती है। क्योंकि ऐसी स्थिति में वस्तु की भीतर की दीवारों पर चोट करनेवाले अणु बहुत बढ़ जाते हैं, इसलिए उसके भीतर दबाव बढ़ जाता है। इस प्रकार दबाव अणुओं की चोट या "बमबारी" का नाम है।

दबाव और बल का आपस में निकट संबंध है किन्तु फिर भी वे एक ही वस्तु नहीं हैं। बल को कभी-कभी खींचना और धकेलना भी कहते हैं। बल से किसी वस्तु की गति या शक्ल को बदला जा सकता है। उधर दबाव क्षेत्रफल की प्रति इकाई पर पड़नेवाला बल है। बल को किलोग्रामों या ग्रामों में मापा जा सकता है। उधर दबाव को प्रति वर्ग सैंटीमीटर किलोग्राम बल या इसी प्रकार की किसी अन्य इकाई में मापा जाता है। आम बातचीत में बल या दबाव को कभी-कभी एक दूसरे के स्थान पर प्रयुक्त कर लिया जाता है, फिर भी दोनों में एक महत्वपूर्ण अंतर है।

इस प्रमुख संकल्पना के प्रयोगों में विद्यार्थी अपेक्षाकृत हल्के दबाव को ही देखते रहे हैं। मुँह या फेफड़ों से जो दबाव पैदा होता है, वह हवा के सामान्य दाब से प्रति वर्ग सैंटीमीटर दो या तीन ग्राम बल से अधिक नहीं होता। फुटबॉल के ब्लैडर में जो दबाव होता है वह सामान्य दबाव से ज्यादा—प्रति वर्ग सैंटीमीटर शायद एक किलोग्राम बल के बराबर ज्यादा—होता है। छोटे ट्यूब में दबाव सामान्य दबाव से प्रति वर्ग सैंटीमीटर दो किलोग्राम बल से अधिक नहीं होता। भारी ट्रकों के ट्यूब में इससे दुगुने या कुछ अधिक बल का दबाव होता है।

ऊपर के पैराग्राफ़ में आपने देखा होगा कि 'सामान्य से ज़्यादा' का जिक्र आया है लेकिन यह "सामान्य" क्या है। नित्य प्रति के वायुमंडल की सामान्य वायु से प्रति वर्ग सैंटीमीटर पर एक किलोग्राम बल का दबाव पड़ता है (1 Kgf/cm^2)। हम लोग इस दबाव को अनुभव नहीं करते क्योंकि इसके अभ्यस्त हो जाते हैं। फिर भी बच्चों को वायु के इस सामान्य दबाव के बारे में याद कराना चाहिए। जब अध्यापक गुब्बारे या ट्यूब के भीतर के दबाव के बारे में बातचीत करें तो उन्हें ऐसा नहीं समझना चाहिए कि दबाव भीतर ही है बाहर नहीं। उन्हें यह समझना और समझाना चाहिए कि दबाव भीतर और बाहर दोनों ओर है। भीतर दबाव प्रति वर्ग सैंटीमीटर एक किलोग्राम बल या थोड़ा कम होता है। इस इकाई की अन्य प्रमुख संकल्पनाओं में सामान्य वायु दाब की इस संकल्पना का अधिकाधिक प्रयोग किया जाएगा।

2. वायु दाब से द्रवों को गतिमान बनाया जा सकता है

अब तक बच्चे यह समझ चुके हैं कि यद्यपि वायु अदृश्य होती है और अक्सर अनुभव नहीं की जाती फिर भी यह एक वास्तविक पदार्थ है। वे यह भी समझते हैं कि वायु से दबाव पड़ता है। पिछली प्रमुख संकल्पना में वे समझ चुके होंगे कि सामान्य वायुमंडलीय दबाव अर्थात् सामान्य हवा का दबाव प्रति वर्ग सैंटीमीटर लगभग एक किलोग्राम बल (1 Kgf/cm^2) होता है। अगली संकल्पना को समझने के लिए हवा के इस सामान्य दबाव की उपस्थिति को उन्हें अपने ध्यान में रखना चाहिए। अध्यापक को भी चाहिए कि वह इस बात से आश्वस्त हो जाए कि सब बच्चे सामान्य वायु दबाव को अच्छी तरह समझ गए हैं। यदि बच्चों की समझ के बारे में किसी प्रकार का संदेह हो तो आगे बढ़ने से पहले उसे दूर कर देना चाहिए।

2 (क). पीने की नलकी की हवा पीने के पहले निकल जाती है, तभी सामान्य वायु के दबाव के कारण पेय पदार्थ ऊपर बढ़ता है

प्राय: सभी बच्चों ने लोगों को नलकी से कोई न कोई पेय पीते देखा होगा या स्वयं पीया होगा। कभी-कभी गेहूँ के पौधे का खोखला तना या पपीते के पत्ते का डंठल भी पीने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। वैसे आमतौर से यह नलकी काग़ज़ या प्लास्टिक की होती है। बच्चे और बड़े सभी पीने के इस प्रक्रम को नलकी के द्वारा "पेय को चूसना" कहते हैं। वास्तव में ऐसा कहना ग़लत है। ऐसा सोचना अधिक उपयुक्त होगा कि बाहर सामान्य वायु-दाब के कारण पेय नलकी में ऊपर की ओर चढ़ता है। यहाँ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को यह महत्त्वपूर्ण बात समझने में आसानी होगी कि वायु के दबाव से द्रवों को गतिमान बनाया जा सकता है।

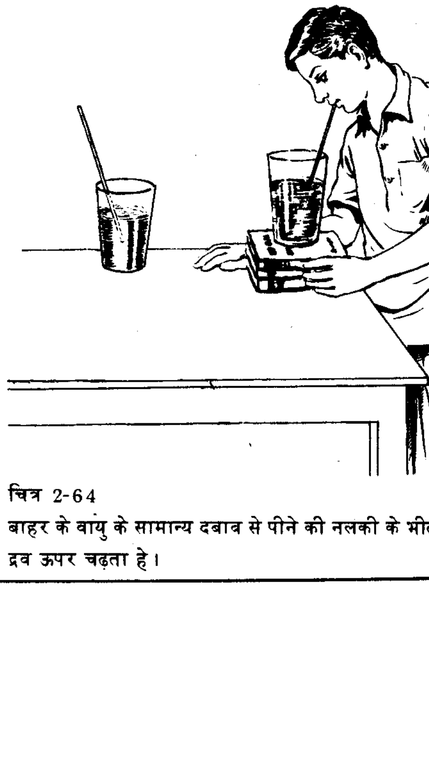
अन्वेषण

द्रवों को नलकी से कैसे चूसा जा सकता है ?

आवश्यक सामग्री
पीने की नलकी, गिलास, रंगीन पानी

किसी बच्चे से कहिए कि वह कोई रंगीन पेय नलकी लगाकर पिए। यदि मिल सके तो प्लास्टिक की पारदर्शक नलकी लीजिए। बच्चों को अब बताने दीजिए कि क्या हो रहा है। "चूसना" या नलकी में थोड़ी रिक्तता होने के कारण तरल का "ऊपर खिचना" आदि प्रकार की बातें करने से बच्चों को निरुत्साहित कीजिए। उनको यहाँ दिए हुए रेखाचित्र की तरह का चित्र बनाकर समझाइए कि क्या होता है। उन्हें बताइए कि बाहर सामान्य हवा का दबाव प्रति वर्ग सैंटीमीटर क़रीब एक किलोग्राम बल होता है (Kgf/cm^2) । यह दबाव हर सतह पर रहता है, पानी पर भी रहता है। यदि नलकी ऊपर से खुली हो तो नलकी के भीतर भी द्रव की सतह पर इतना ही दबाव पड़ता है। फिर जब पीनेवाला विद्यार्थी पीने लगता है तो क्या होता है ? नलकी के भीतर के पेय पर दबाव शायद Kgf/cm^2 का हो जाता है। अब बाहर पेय पर अधिक दबाव होता है और इससे पेय नलकी के ऊपर की ओर चढ़ जाता है। देखिए चित्र 2-64।

विद्यार्थियों को यह बताया जा सकता है कि चूसनेवाला आदमी नलकी के भीतर दबाव घटा देता है। आदमी की जीभ साधारण पंप के पिस्टन की तरह काम करती है। ज्यों ही जीभ पीछे को होती है मुँह के भीतर का आयतन बढ़ जाता है। इसका नतीजा यह होता है कि अणु कुछ दूर-दूर हो जाते हैं और प्रति घन सैंटीमीटर उनकी संख्या कुछ कम हो जाती है। मुँह और नलकी दोनों में ऐसा ही होता है। कम अणु होने से दबाव भी कम पड़ता है। बच्चों को यह समझने में सहायता दीजिए कि ये घटनाएँ पिछली प्रमुख संकल्पना में वर्णित साइकिल पंपवाली क्रियाओं से बिल्कुल उल्टी हैं। वहाँ आयतन घटा था और दबाव बढ़ा था। यहाँ आयतन बढ़ा और दबाव घटा है।



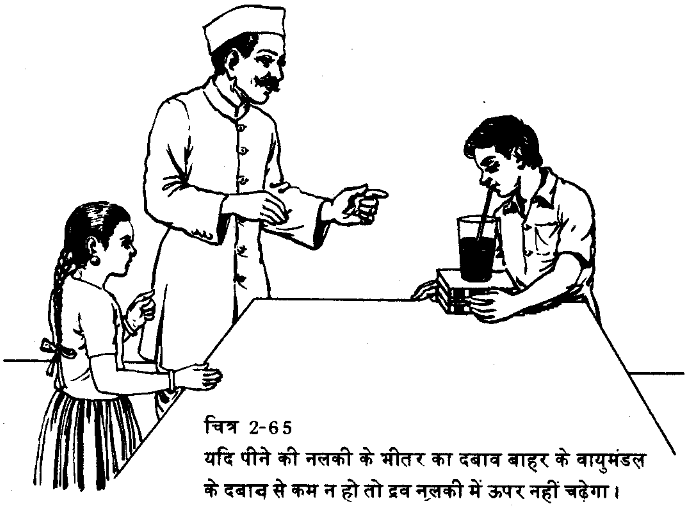
चित्र 2-64
बाहर के वायु के सामान्य दबाव से पीने की नलकी के भीतर द्रव ऊपर चढ़ता हे।

अन्वेषण

पीने की नलकी के भीतर कितना दबाव होता है?

आवश्यक सामग्री
पीने की नलकी, गिलास, रंगीन पानी, पिन

एक अन्य विद्यार्थी को कागज़ या प्लास्टिक की नलकी से पेय पीने को कहिए। जब वह पी रहा हो तो नलकी में पेय की सतह और उसके होंठो के बीच पिन से छेद कर दीजिए, जैसा कि चित्र 2.65 में दिखाया गया है। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि पिन के छेद से नलकी के भीतर अब दबाव कम नहीं रहा। इसलिए अब वह पेय को अपने मुँह तक उठाने में असमर्थ है।



चित्र 2-65
यदि पीने की नलकी के भीतर का दबाव बाहर के वायुमंडल के दबाव से कम न हो तो द्रव नलकी में ऊपर नहीं चढ़ेगा।

बच्चों से पूछिए कि वे नलकी के द्वारा चूसकर पानी को कितना ऊपर तक उठा सकते हैं।

पानी से लबालब भरी बोतल में नलकी डालकर चारों ओर मोम या लाख से बंद कर दीजिए। अब बच्चों से कहिए कि वे नलकी से पेय को चूसकर दिखाएँ।

2 (ख) स्याही भरने के फ़िलर या पिचकारी को भरने से पहले उसकी हवा निकाल दी जाती है, फिर सामान्य वायु-दबाव द्रव को ऊपर उठा देता है।

स्याही का फ़िलर या पिचकारी भी वैसे ही काम करती है जैसे पीने की नलकी करती है। दोनों इसी सिद्धांत के अनुसार काम करते हैं कि बाहर के द्रव पर वायु का सामान्य दबाव होता है और नलकियों के भीतर कम दबाव होता है अतः बाहर के दबाव के जोर से द्रव नलकी में ऊपर चढ़ जाता है। पीने की नलकी में दबाव, पीनेवाले के अपने मुँह में वायु का आयतन बढ़ा देने से घट जाता है। स्याही फ़िलर या पिचकारी

में उसको दबाकर उसमें से हवा बाहर निकाल दी जाती है। जब बल्ब फिर अपना सामान्य आयतन प्राप्त करना चाहता है तो भीतर का दबाव कम हो जाता है। ये चीज़ें कैसे काम करती हैं, बच्चों को यह समझाने के लिए नीचे लिखे जैसे प्रयोग उपयोगी हो सकते हैं।

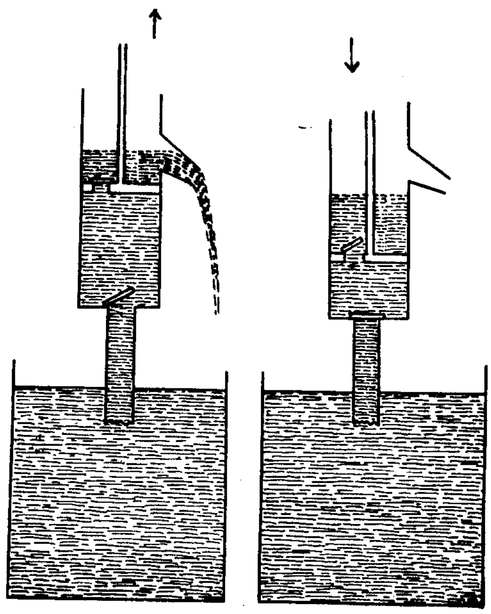
अन्वेषण | **पिचकारी कैसे काम करती है ?** | **आवश्यक सामग्री** पिचकारी, गिलास, पानी

परीक्षण के लिए एक पिचकारी मँगवाइए या फिर फ़ाउनटेनपेन का स्याही फ़िलर (ट्यूब) निकाल लीजिए ताकि कक्षा के सारे बच्चे उसके काम करने के ढंग को देख सकें। किसी बच्चे से पिचकारी को बहुत धीरे-धीरे चलाने को कहिए। इस बीच कक्षा के विद्यार्थी इसे देखते रहें। उनसे पूछिए कि उन्होंने क्या देखा। उनसे इस क्रिया के बारे में भी मालूम कीजिए कि जो दिखाई नहीं देती पर होती अवश्य है (हवा के दबाव में परिवर्तन)।

रबड़ या टैनिस की किसी गेंद में छेद कर दीजिए। इसे दबाकर पानी में डुबो दीजिए। यह बताने में बच्चों की सहायता कीजिए कि क्या परिणाम होगा।

2 (ग). वायु-दाब से सामान्य पंपों में द्रव ऊपर चढ़ते हैं

पानी खींचने के सामान्य पंप उसी सिद्धांत के अनुसार काम करते हैं, जिस पर पीने की नलकी, फ़ाउनटेनपेन का फ़िलर या ट्यूब और पिचकारी काम करते हैं। पानी खींचने के पंप में पिस्टन के ऊपर-नीचे या आगे-पीछे होने से दबाव घट जाता है। चित्र 2-66 देखिए। जब पिस्टन उठाया जाता है तो आयतन बढ़ जाता है और इससे दबाव कम हो जाता है। स्वचालित वाल्व लगे होने के कारण पंप के हत्थे के ऊपर-नीचे होने से पिस्टन को बार-बार धक्के लगते हैं। इस प्रकार के प्रयोग से बच्चों को यह क्रिया समझाने में सहायता मिलेगी।



चित्र 2-66
पानी खींचने का नल इसी कारण काम करता है कि उसके भीतर दबाव कम हो जाता है।

बाहरी प्रेक्षण

आइए पानी खींचने के पंप को चलते हुए देखें

ऐसे कुएँ को जाकर देखिए जहाँ पंप लगा हो। बच्चों से कहिए कि वे पंप से कुछ पानी स्वयं खींचकर देखें। कुएँ के मालिक से निवेदन कीजिए कि वह पंप को खोलकर दिखाए ताकि विद्यार्थी उसके वाशर को अच्छी तरह देख सकें। वाशर पिस्टन और पंप के सिलिण्डर के बीच की जगह को कसकर बंद करने का काम करता है। उन्हें समझाइए कि पंप में थोड़ा पानी डालना कब और क्यों आवश्यक हुआ करता है। उन्हें पंप के दो वाल्व दिखाइए और उनको समझाइए दोनों अपने आप कैसे काम करते हैं।

चर्चा

पानी खींचने का पंप कैसे काम करता है ?

चित्र 2-66 में दिखाए गए पंप के रेखाचित्रों की तरह के दो बड़े-बड़े रेखाचित्र बच्चों की सहायता से बनाइए। इस बात की तरफ ध्यान दीजिए कि पहले वाले रेखाचित्र में "ऊपर जाने वाला पिस्टन" लिखा हो। दूसरे वाले चित्र में "नीचे जाने वाला पिस्टन" लिखा हो। दोनों हालतों में वाल्बों की स्थितियों को नोट कीजिए। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि वाल्व किस कारण से ठीक समय पर खुलते और बंद होते हैं।

टारीसैली और गेलीलियों द्वारा विकसित पानी खींचने के पंप के सिद्धांत के बारे में पढ़िए। (नीचे 'वैज्ञानिकों की कार्यविधि' पढ़िए)।

वायुदाब मापियों (बैरोमीटरों) के बारे में भी पढ़िए। सरल वायुदाब मापी बनाने में बच्चों की सहायता कीजिए।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

पानी खींचने के पंप के भेद को इटली के दो वैज्ञानिकों ने हल किया।

पानी खींचने के पंप हज़ारों वर्षों से इस्तेमाल होते आए हैं। क़रीब चार शताब्दी पहले तक वैज्ञानिकों को पंप के काम करने के सिद्धांत का ठीक ज्ञान नहीं था। वे समझते थे कि जब पंप का पिस्टन ऊपर जाता है तो पंप के सिलिण्डर में कुछ आंशिक निर्वात (कम दबाव) की स्थिति पैदा होती है। किन्तु उनका विश्वास था कि प्रकृति निर्वात-स्थिति को रहने नहीं देती। क्योंकि निर्वात एक प्रकार से अप्राकृतिक

अवस्था मानी जाती थी। इसलिए इन वैज्ञानिकों के विचार से निर्वात-स्थिति को उतने से रोकने के लिए कुछ न कुछ होना ही चाहिए। रोकने का सबसे संभव उपाय यही हो सकता है कि पानी नल में ऊपर उठे और उनके अनुसार इसी प्रकार पंप काम करता था।

उस समय प्रकृति को भी मनुष्य जैसा दिल-दिमाग और इच्छाशक्ति रखनेवाला ही माना जाता था। यह कुछ नियमों का पालन करती थी। आज भी बहुत से लोग नादानी से प्रकृति को "प्रकृति माता" कह देते हैं। मानो कि यह कोई जीवित प्राणी हो।

मध्य यूरोप की बात है। 17वीं शताब्दी के किसी राजा के चौक में लगे पंप काम नहीं कर रहे थे। यद्यपि वे बहुत अच्छे बने हुए थे पर किसी कारण से काम नहीं दे रहे थे। उसने प्रसिद्ध इटालीय युवा वैज्ञानिक टारीसैली की सलाह माँगी। यह नवयुवक गेलीलियो का शिष्य था जो अब बूढ़ा हो चला था। टारीसैली ने सोचा यह हो सकता है कि "प्रकृति हर हालत में निर्वात-स्थिति को वास्तव में असह्य न मानती हो"। बस उसने पानी खींचने के पंपों के आधुनिक सिद्धांत को खोजना शुरू कर दिया।

टारीसैली ने पंपों को लेकर उन पर बहुत सी स्थितियों में प्रयोग किए। उसने देखा कि उन्होंने हर जगह ठीक काम दिया केवल तभी काम नहीं दिया जब पानी को नौ मीटर से अधिक ऊँचाई पर खींचना हो। स्पष्ट था कि पुराना सिद्धांत ग़लत था। टारीसैली खोज में जुटा रहा और पंपों के बारे में उसने बहुत अध्ययन किया और साथ ही हवा में दबाव के बारे में भी। उसने क़रीब-क़रीब पूर्ण निर्वात-स्थिति भी उत्पन्न कर ली और उसी समय पारे के वायुदाब मापी (बैरोमीटर) के सिद्धांत का भी विकास किया जो कि आजकल इस्तेमाल होता है।

जहाँ तक शाही पंपों का प्रश्न था उसने इस धारणा को अस्वीकार कर दिया कि प्रकृति निर्वात को रहने नहीं देती और पानी को पंप में ऊपर की ओर चूसा जाता है। बल्कि उसने वही तर्क दिया जो हम आजकल मानते हैं कि पंप के बाहर हवा का सामान्य दबाव पंप के भीतर पानी को ऊपर धकेलता है। इसलिए पानी को जितने ऊपर धकेला जा सकता है, वह वायु के दबाव से सीमित होगा। स्पष्ट है वायु का सामान्य दबाव पानी को लगभग 9 मीटर ऊपर तक ही पहुँचा सकता है इससे ऊपर नहीं। आज इतना अवश्य हो गया है कि यदि पंप में भी हवा कहीं से ज़रा भी न निकलती हो और इसमें पूर्ण निर्वात-स्थिति पैदा हो जाए तो सामान्य दबाव से पानी 11 मीटर की ऊँचाई तक चढ़ सकता है।

पानी खींचने के पंप और वायुदाब मापी के बारे में अपनी उपलब्धियों के अलावा विज्ञान को समझने में टारीसैली की एक और बहुत महत्त्वपूर्ण देन है। उसने पंप के साथ जुड़ी हुई प्रकृति की इच्छा को निकाल दिया। बहुत कुछ इसी बात के कारण आज संसार भर के आधुनिक लोग प्रकृति के बारे में कुछ शताब्दी पहले की अपेक्षा बिल्कुल भिन्न विचार रखते हैं। आज ये "प्रकृति माता" को एक मनुष्य की तरह नहीं मानते, जो कि इच्छाशक्ति और सोचने की शक्ति रखती हो और जिसने पालन करने योग्य अपने कुछ कठोर नियम बना रखे हों। हाँ, इसमें संदेह नहीं कि प्रकृति से हमें बहुत से लाभ मिलते हैं और हम उसकी सराहना करते हैं। प्रकृति जो कुछ भी है हमें उससे आनंद मिलता है। वह हमारे चारों ओर की समस्त वनस्पति, जीवधारियों, शैलों, मिट्टियों, जल, वायु, मौसम और ऊर्जा का समुच्चय है।

2 (घ). वायु के दबाव से साइफ़न में पानी चढ़ता है

प्राय: सभी बच्चों और बड़ों ने साइफ़न का प्रयोग किया होगा या कम से कम उसे काम करते अवश्य देखा होगा। अधिकांश लोग जानते हैं कि जिधर से पानी निकलता है वह सिरा स्रोत के द्रव-स्तर से नीचा होना चाहिए। किन्तु यह बहुत थोड़े लोग जानते हैं कि ऐसा क्यों होना चाहिए। यहाँ कई प्रकार के ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनकी सहायता से विद्यार्थी साइफ़न के काम को समझ सकते हैं।

अन्वेषण

साइफ़न कैसे काम करता है?

आवश्यक सामग्री
पारदर्शक नम्य नली, कड़ाह, रंगीन पानी

कक्षा में पानी को साइफ़न से निकालने के लिए लचकीली नलकी का इस्तेमाल कीजिए। पारदर्शक नलकी मिल जाए तो और अच्छा हो। बच्चों को इस बात पर ध्यान देने को कहिए कि साइफ़न काम शुरू कैसे करती है। चित्र 2.67 को देखिए। नलकी को पहले पानी से भरना होगा और पानी निकालने वाला सिरा पानी लेनेवाले सिरे से नीचा रखना होगा। नलकी को भरने के बहुत से तरीक़े हैं। बच्चों से कहिए कि नलकी को चालू करने के वे जितने भी तरीक़े "ईजाद" कर सकते हैं करें। उनसे पूछिए कि साइफ़न तेज़ी से कैसे काम कर सकती है। (लंबी नलकी इस्तेमाल कीजिए या पानी निकालने का सिरा और नीचा कर दीजिए)। जब बच्चे अपनी-अपनी भविष्यवाणी कर चुकें तो प्रयोग द्वारा उनकी बात की जाँच कीजिए।

चित्र 2-67
साइफन नलकी को काम करने के लिए इसका पूरा भरा होना आवश्यक है। पानी निकालनेवाला सिरा जल-स्रोत के स्तर से नीचा होना चाहिए।

चर्चा

साइफ़न में द्रव ऊपर कैसे चढ़ता है?

जैसा कि चित्र 2.68 में दिखाया गया है साइफ़न का बड़ा सा रेखाचित्र बनाइए। बच्चों से पूछिए कि वे इस प्रणाली के विभिन्न स्थानों पर दबाव के बारे में क्या जानते हैं। उनकी चर्चा को इस ढंग से चलाइए कि वे नीचे दिए जैसे तर्क देने को प्रवृत्त हों। यह उस स्थिति पर लागू होता है जब द्रव निश्चल हो लेकिन जब साइफ़न चालू हो तो भी यह थोड़ा बहुत लागू हो सकता है।

'क' पर दबाव उतना ही है जितना 'ख' पर क्योंकि दोनों ही सामान्य वायुदबाव के लिए खुले हुए हैं।

'ग' पर भी उतना ही दबाव है जितना 'घ' पर क्योंकि दोनों 'क' और 'ख' से बराबर ऊँचाई पर हैं।

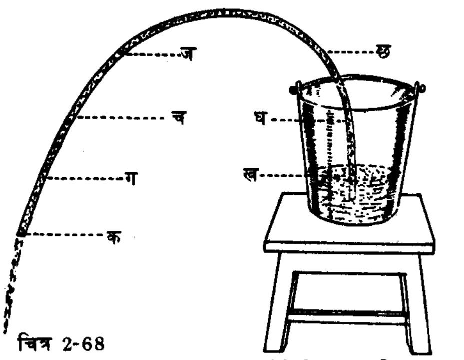
'च' पर उतना ही दबाव है जितना 'छ' पर—ऊपर

जैसे कारणों के ही समान।

जैसे-जैसे हम 'क' से 'ग' और 'ग' से 'च' की ओर और 'ख' से 'घ' और 'घ' से 'छ' की ओर चलते हैं, दबाव कम होता जाता है क्योंकि इस प्रकार हम द्रव के ऊपर की ओर जाते हैं।

इस तर्क का अनुसरण करने से यह दिखाई देगा कि 'छ' पर दबाव 'ज' से अधिक है।

जब द्रवों को हरकत करने की स्वतंत्रता रहती है तो वे अधिक दबाव वाली जगहों से कम दबाव वाली जगह की ओर जाते हैं और इसलिए साइफ़न 'छ' से 'ज' की ओर को काम करती है—चित्र में दाईं से बाईं ओर को।



चित्र 2-68
साइफ़न के भीतर दबाव में अंतर होने के कारण ही यह काम करती है।

जब साइफ़न काम कर रही हो तो नलकी के मोड़ की चोटी में छेद कर दीजिए। बच्चों से पूछिए कि अब क्या परिणाम होगा।

बच्चों को सिंचाई की नालियों में काम आनेवाली व्युत्क्रमित साइफ़न की याद कराइए। यह वहाँ लगी होती है जहाँ नाली सड़क के नीचे से गुज़रती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

इस प्रमुख संकल्पना में जिन युक्तियों का भी ज़िक्र आया है उन सब में एक ही मूल सिद्धांत है। सामान्य वायु-दबाव द्रवों को उस तरफ़ धकेलता है जिस तरफ़ दबाव कम रहता है। इन युक्तियों में अंतर केवल इस बात का है कि उनमें भीतर दबाव अलग-अलग रीति से कम होता है।

वैज्ञानिक विश्लेषण को दिखाने के लिए यह एक महत्त्वपूर्ण बात है। इस बात को ज़बानी रटने की आवश्यकता नहीं कि पीने की नलकी, पानी खींचने का पंप, पिचकारी या साइफ़न कैसे काम करते हैं। इसके बजाय उनके पीछे जो सिद्धांत है उसको समझना और उस सिद्धांत को भिन्न-भिन्न स्थितियों में लागू करना चाहिए।

3. वायु में बहुत सी मनुष्योपयोगी गैसें हैं

वायु केवल एक ही सरल गैस नहीं है, जिसमें एक प्रकार का ही पदार्थ हो। यद्यपि वायु में धूल और पराग के कण भी होते हैं पर ये गैस नहीं होते। वायु के गैस वाले अंश में कई भिन्न-भिन्न पदार्थ होते हैं, आदमी के लिए जिनमें से चार बहुत महत्त्व रखते हैं। इनमें से दो तत्त्व होते हैं ऑक्सीजन (O_2) और नाइट्रोजन (N_2) तथा अन्य दो यौगिक होते हैं—कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) और पानी (H_2O)। इनके अतिरिक्त कई अन्य गैसें भी वायु में रहती हैं, किन्तु

ये मात्रा में एक प्रतिशत से भी कम होती हैं। आरगन जो वायु में क़रीब 1 प्रतिशत होती है मनुष्य के लिए ख़ास महत्त्व की नहीं होती।

इस प्रमुख संकल्पना में यह ज़रूरी नहीं कि बच्चे इन प्रतिशतों को रट लें। उनके लिए इतना ही जान लेने का महत्त्व है कि वायु एक ही गैस नहीं होती। उन्हें यह भी जानना चाहिए कि चारों में से किस गैस का मनुष्य के लिए क्या उपयोग है।

3 (क). वायु में ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन डाइऑक्साइड, जल-वाष्प तथा आरगन गैसें होती हैं।

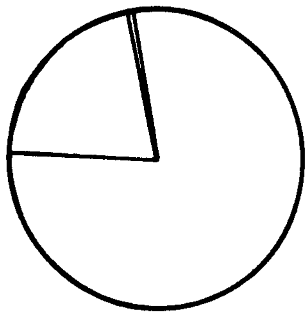
वायु में जो गैसें होती हैं उनमें से चार मनुष्य के बहुत काम की हैं। वे हैं :

O_2 — 21 प्रतिशत N_2 — 78 प्रतिशत
CO_2 — 002 प्रतिशत   0.004 प्रतिशत
H_2O — भिन्न-भिन्न मात्रा में

वायु का ऑक्सीजन और नाइट्रोजन अंश प्रायः हर स्थिति में समान रहता है। खुली हवा में कार्बन डाइऑक्साइड बहुत थोड़ी मात्रा में होती है। लेकिन यहाँ इसका इस कारण उल्लेख किया गया है कि यह एक महत्त्वपूर्ण गैस है और पौधों के लिए विशेष रूप से उपयोगी होती है। वायु कभी भी बिना जल-वाष्प के नहीं रहती। यद्यपि यह मौसम की स्थितियों पर निर्भर करता है फिर भी वायु में गैसों के कुल भाग का 5 प्रतिशत तक जल-वाष्प का अंश हो सकता है। यहाँ बच्चों को वायु के संघठन के विषय में समझाने के लिए यह तरीक़ा सुझाया जाता है।

चर्चा	वायुमंडल क्या है ?

इस कक्षा तक विद्यार्थी अणुओं के बारे में जानकारी प्राप्त कर लेते हैं। उनसे पूछिए कि वायु के अणु किस प्रकार के होते हैं। अब उन्हें चार्ट की सहायता से यह समझाइए कि वायु में ऑक्सीजन, नाइट्रोजन और कार्बन डाइऑक्साइड कितने-कितने प्रतिशत होते हैं। बच्चों को यह समझाना होगा कि जल-वाष्प को छोडकर वायु में और जो चीज़ें होती हैं, वे क़रीब 1 प्रतिशत होती हैं (जो प्रायः सारा का सारा आरगन होता है)। बच्चों से कहिए कि वे वायु के इस संघठन को एक ड्राइंग बनाकर समझाएँ जिसमें भिन्न-भिन्न गैसों की मात्रा एक वृत्त के खंडों द्वारा निरूपित हो। देखिए चित्र 2.69।



चित्र 2-69
वायु में जो गैसें हैं उनके ग्राफ़ की सहायता से बच्चों को संकल्पना और स्पष्ट हो सकती है।

जोसफ़ प्रीस्टले के कार्य के बारे में पढ़िए जिसने ऑक्सीजन के साथ प्रारंभ में बहुत से परीक्षण किए थे।

अच्छी तरह समझने के लिए

वायुमंडल की अन्य गैसों का जीवधारियों के लिए कोई महत्त्व नहीं है यद्यपि कुछ का औद्योगिक और वैज्ञानिक उपयोग है। वायु में 1 प्रतिशत आरगन होता है और क्रिप्टन, नियोन तथा जीनोन भी वायु में नाम मात्र को होती हैं। ये

सब गैसें रासायनिक दृष्टि से अक्रिय हैं क्योंकि ये रासायनिक क्रियाओं में भी कभी भाग नहीं लेती हैं।

वायु के घटक संबंधी ग्राफ़ या चार्ट बनाते हुए जल-वाष्प को उसमें शामिल नहीं किया जाता। इसकी मात्रा समय-समय पर बदलती रहती है। जब जल-वाष्प का अंश बदलता है तो और चीज़ों का प्रतिशत भी बदल जाता है क्योंकि यह सब मिल कर 100 प्रतिशत से अधिक नहीं हो सकते।

3 (ख). ईंधन के जलने में ऑक्सीजन काम करती है

वायु में जितनी गैसें होती हैं उन सब में मनुष्य के लिए ऑक्सीजन सब से अधिक महत्त्वपूर्ण है। यह रासायनिक रूप से एक सक्रिय गैस है और बहुत से अन्य तत्त्वों के साथ यह बड़ी जल्दी मिल जाती है। साधारण जलना, ऑक्सीजन का ईंधन के साथ मिलना होता है। अधिकांश साधारण ईंधनों में हाइड्रोजन और कार्बन रहती हैं। कोयला लगभग एक शुद्ध कार्बन होता है। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि जलने का मतलब केवल ईंधन को गर्म करना या इसको धुँएँ और राख में बदलना ही नहीं होता उल्टे यह ऐसी रासायनिक क्रिया है जिसमें ईंधन और वायुमंडल के ऑक्सीजन भाग लेते हैं। यहाँ एक ऐसा प्रयोग बताया जा रहा है, जिससे विद्यार्थियों को यह बात स्पष्ट करने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण

क्या जलती हुई मोमबत्ती को जलते रहने के लिए हवा में से किसी चीज़ की ज़रूरत होती है ?

आवश्यक सामग्री
काँच का साफ़ जार, मोमबत्ती, माचिस

किसी बच्चे से मेज़ पर एक मोमबत्ती जमाकर सीधी खड़ी कराइए। मोमबत्ती को जलने दीजिए। अब एक काँच के जार को उल्टा कर इसके ऊपर ढक दीजिए जैसे चित्र 2.70 में दिखाया गया है। घड़ी में यह देखिए कि मोमबत्ती को बुझने में कितना समय लगता है। आप देखेंगे कि वह एकदम से नहीं बुझती बल्कि ऐसा होगा कि बुझने से पहले मोमबत्ती की लौ छोटी और दुर्बल होती जाएगी। कुछ और साइज़ों के काँच के जार लेकर ऐसा ही कीजिए। आप देखेंगे कि जार जितना बड़ा होगा मोमबत्ती उतनी ही अधिक देर जलेगी। बच्चों को इस प्रयोग के आधार पर यह तर्क करने में सहायता दीजिए कि मोमबत्ती को जलते रहने के लिए वायु में मिले किसी पदार्थ की आवश्यकता होती है। यह पदार्थ ऑक्सीजन गैस (O_2) है।

चित्र 2-70
वायु में कोई चीज़ ऐसी अवश्य होनी चाहिए जिससे मोमबत्ती जलती है।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

लवाइज़िअर ने जलने के बारे में एक आधुनिक सिद्धांत विकसित किया।

लगभग दो शताब्दी पहले वैज्ञानिकों का इस बारे में बहुत निश्चित मत बना हुआ था कि चीज़ों के जलने पर क्या होता है। यद्यपि आज यह विचार हमें बड़ा अजीब लगता है किन्तु उस समय बड़े-बड़े वैज्ञानिक ऐसा ही सोचते थे।

वे वैज्ञानिक ऐसा समझते थे कि जब ईंधन जलता है तो इसमें से गर्मी के कारण कुछ चीज़ बाहर निकल जाती है और हवा में मिल जाती है। जलने के बाद जो पदार्थ बच रहता है वह ईंधन के भार से निश्चय ही कम होता है। इस प्रकार जो ईंधन जलता है उससे धुँआँ और गर्म हवा पैदा होती है और थोड़ी सी मात्रा में राख बच रहती है। यह सिद्धांत पूरी तरह प्रतिष्ठित था और जो पदार्थ जलने में ईंधन से बाहर निकल जाता था उसका एक विशेष नाम भी प्रचलित था। इसे "फ़िलोजिस्टन" कहा जाता था। सन् 1780 के आसपास एक अत्यंत प्रतिभाशाली फ़्रांसीसी वैज्ञानिक आंतोइन लवाइज़िअर ने फ़िलोजिस्टन सिद्धांत से मतभेद प्रकट किया। उसने चीज़ों के जलने से पहले और जलने के बाद तोलने की नई और बेहतर विधियाँ निकालीं। उसकी पत्नी ने इन अन्वेषणों में उसकी सहायता की। पति-पत्नी दोनों ने मिलकर यह पता लगाया कि यदि जलने में निकला धुआँ जल-वाष्प, कार्बन डाइऑक्साइड और राख सबको तोल लें तो ये ईंधन से कम नहीं होंगे बल्कि कुछ अधिक ही बैठेंगे। यदि फ़िलोजिस्टन सिद्धांत सही है तो फ़िलोजिस्टन नामक पदार्थ का ऋणात्मक भार होना चाहिए। लवाइज़िअर दंपत्ति ने इस विचार को अस्वीकार कर दिया और उन्होंने जलने के बारे में एक नए सिद्धांत का प्रतिपादन किया। उन्होंने सुझाया कि जब ईंधन जलता है तो इसमें से कोई भी पदार्थ बाहर नहीं जाता उल्टे जलने की रासायनिक क्रिया में एक नया पदार्थ और मिल जाता है। इस पदार्थ को उन्होंने "वाइटल एयर" नाम दिया। इसी को आज हम "ऑक्सीजन" कहते हैं।

लवाइज़िअर इतना बड़ा क़दम इसी कारण आगे बढ़ा सका कि वह 'चीज़ों के जलने पर क्या होता है', इस बारे में तत्कालीन स्पष्टीकरण से संतुष्ट नहीं था। उसने बेहतर कारण खोजने का प्रयत्न किया। वैज्ञानिकों को ऐसी ही जिज्ञासा आगे बढ़ाती है और यह भी विज्ञान का एक प्रयोग है। बहुधा लड़के-लड़कियों को भी ऐसी ही जिज्ञासा होती है। लवाईज़िअर ने विज्ञान को अपना जो योग दिया उसके कारण उसे अक्सर "आधुनिक रसायन का पिता" कहा जाता है।

चित्र 2.70 के अन्वेषण को दोहराइए। एक मोमबत्ती को बुझने में जितना समय लगेगा क्या दो मोमबत्तियों को बुझने में उससे आधा समय लगेगा ?

थोड़ी सी आग पर मिट्टी डालकर इसे बुझा दीजिए। बच्चों को यह समझाइए कि आग इसलिए बुझ गई कि उसे ऑक्सीजन नहीं मिली।

अच्छी तरह समझने के लिए

यह सच नहीं है कि जलनेवाले ईंधन में हवा की सारी की सारी ऑक्सीजन खप जाती है। यह ईंधन और लौ की प्रकृति पर निर्भर करता है कि वे कितना ऑक्सीजन लेंगे। काग़ज़, लकड़ी और मोमबत्तियाँ उपलब्ध ऑक्सीजन का लगभग पाँचवें भाग से तीसरे भाग तक बुझने से पहले ख़र्च कर लेती हैं अर्थात् जब वायु में 13 से 16 प्रतिशत तक ऑक्सीजन रह जाती है तो उसके आगे लौ जल नहीं सकती। यह याद रखना चाहिए कि वायु में 21 प्रतिशत ऑक्सीजन होती है।

अधिकांश ईंधनों में दो तत्त्व, कार्बन (C) और हाइड्रोजन (H) होते हैं। पैट्रोलियम उत्पादों में प्रायः यही दो तत्त्व होते हैं और इसी कारण ये हाइड्रो-कार्बन कहलाते हैं। काग़ज़ और लकड़ी तथा इसी प्रकार के अन्य ईंधनों में और भी तत्त्व होते हैं। जब कोई ईंधन जलता है तो इसका हाइड्रोजन वायु के ऑक्सीजन से मिलकर जल-वाष्प बना देता है। यह इस रासायनिक समीकरण द्वारा भी लिखा जा सकता है।

H (ईंधन में) $+ O_2 = H_2O$ (जल-वाष्प)

साथ ही ईंधन का कार्बन, ऑक्सीजन से मिलकर कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है जो रासायनिक समीकरण में इस प्रकार प्रगट किया जाएगा।

C (ईंधन में) $+ O_2\ CO_2$ (कार्बन डाइऑक्साइड)

इस प्रकार जो जल-वाष्प और कार्बन डाइऑक्साइड बनते हैं वे आग से निकलनेवाले धुएँ और दूसरे पदार्थों के साथ ही हवा में ऊपर उठ जाते हैं। राख में वे चीज़ें रह जाती हैं जो जलने के दौरान ऑक्सीजन के साथ नहीं मिलतीं और जिनसे कोई गैस उत्पाद नहीं बनता।

3 (ग). सभी जीवधारी साँस लेने में ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं

सभी प्राणी जिनमें मनुष्य भी शामिल है निरंतर साँस लेते रहते हैं। मछलियों और कुछ समुद्री जीवों को छोड़ कर, सभी वायु में साँस लेते हैं। फेफड़े वायु में से कुछ ऑक्सीजन ले लेते हैं। वहाँ से यह ऑक्सीजन रक्त द्वारा प्राणी के शरीर की कोशिकाओं में पहुँच जाता है और इस प्रकार यह जीवन को बनाए रखने में सहायता करता है। कोशिकाओं में और उनके चारों ओर रक्त को कुछ कार्बन डाइऑक्साइड भी मिल जाता है जो कि जीवन प्रक्रिया में उत्पन्न होता रहता है। यह प्राणी की साँस के साथ बाहर निकल जाता है। साँस के साथ बाहर निकली हुई हवा भीतर जानेवाली हवा की अपेक्षा प्रायः उष्ण और आर्द्र होती है। नीचे दिया हुआ प्रयोग ऐसा है, जिससे विद्यार्थी को यह समझने में मदद मिलेगी कि जीवित प्राणी वायु में से ऑक्सीजन लेते हैं।

अन्वेषण | **क्या मनुष्य वायु में से ऑक्सीजन खींचता है ?**

आवश्यक सामग्री
काँच का साफ़ जार, मोमबत्ती, माचिस, पीने की नलकी, घड़ी

उपरोक्त उपसंकल्पना 3 (ख) में काँच के जार में मोमबत्ती जलाने के परीक्षण को याद कीजिए। यदि वह अभी तक नहीं किया है तो अब कीजिए और फिर दोहराइए। इस बार सामान्य ताज़ी हवा से भरे हुए जार का उपयोग मत कीजिए बल्कि किसी बच्चे से कहिए कि वह अपनी साँस की निकली हुई हवा जार में भरे। यह भी आसानी से हो सकता है। बच्चे से कहिए कि वह पीने की नलकी या और किसी नलकी से कुछ मिनट तक जार की तली में अपनी साँस छोड़ता जाए, जैसा कि चित्र 2-71 में दिखाया

चित्र 2-71
बाहर निकली हुई साँस से मोमबत्ती के जलने में सहायता नहीं मिलती।

गया है। घड़ी देखकर मालूम कीजिए कि मोमबत्ती को बुझने में कितना समय लगा। यह समय पहले की अपेक्षा बहुत कम होगा। बच्चों को यह समझने में मदद कीजिए कि लौ को जलाए रखने वाली वस्तु (ऑक्सीजन) मुँह से निकली हुई साँस में कम है इसीलिए मोमबत्ती तुरंत ही बुझ गई अर्थात् मनुष्य वायु में से ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं।

इस बात की चर्चा कीजिए कि बीमारों को ऑक्सीजन कैसे दी जाती है।

इस बात के बारे में भी बच्चों को बताइए कि पर्वतों पर चढ़नेवाले या दौड़-कूद करनेवाले खिलाड़ी अतिरिक्त शक्ति के लिए कभी-कभी ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

श्वसन उस संपूर्ण प्रक्रम का नाम है जिसमें प्राणी वायु से ऑक्सीजन खींचते हैं, इसको अपने शरीर में खाद्य सामग्री के साथ मिलाते हैं, कार्बन डाइऑक्साइड और जल तथा अवशिष्ट द्रव्य को बाहर निकाल देते हैं। इस आंतरिक अभिक्रिया से प्राणियों को गर्मी और गति के लिए तथा अन्य शारीरिक कार्यों के लिए ऊर्जा प्राप्त होती है। पौधे भी इसी प्रकार वायु में से तथा अपने ऊतकों में मौजूद खाद्य पदार्थों में से श्वसन के लिए ऑक्सीजन लेते हैं।

प्राणी वायु की सारी ऑक्सीजन नहीं खपा पाते। ऑक्सीजन की खपत प्राणी और उसके साँस लेने की परिस्थितियों पर निर्भर करती है, किन्तु ये संभवतः सामान्य वायु में उपस्थित ऑक्सीजन के आठवें से चौथाई भाग तक ऑक्सीजन खपा पाते हैं। यहाँ यह बात ध्यान देने योग्य है कि सामान्य जलने में भी लगभग इतनी ही ऑक्सीजन खर्च होती है। प्राणियों के उच्छ्वास में सामान्य वायु की अपेक्षा कार्बन डाइऑक्साइड अधिक होता है। मनुष्य की साँस में कार्बन डाइऑक्साइड का अंश 3-4 प्रतिशत से अधिक शायद ही कभी होता हो। दम घुटने का अर्थ होता है फेफड़ों में कार्बन डाइऑक्साइड का जमा हो जाना। फेफड़ों में 2 प्रतिशत कार्बन डाइऑक्साइड जमा हो जाने पर मनुष्य फेफड़े खोल कर के ताजी हवा साँस के साथ भीतर ले जाने का प्रयत्न करता है। यदि कार्बन डाइऑक्साइड का अंश फेफड़े में 4 प्रतिशत या इससे अधिक हो जाता है तो उसके जीवन को वास्तव में खतरा हो जाता है।

मछलियाँ और पानी के कुछ दूसरे जंतु पानी में घुली हुई ऑक्सीजन से साँस लेते हैं। ऐसे प्राणी श्वसन के दौरान जो कार्बन डाइऑक्साइड छोड़ते हैं वह पानी में निकलकर इसी में पूरी तरह घुल जाती है। मछलियाँ और दूसरे समुद्री जंतु ऑक्सीजन लेने का कार्य अपने शरीर के बाहर की ओर रहनेवाले कुछ अंगों द्वारा करते हैं जिनको "गिल" कहते हैं।

3 (घ). वनस्पति और प्राणी श्वसन में ऑक्सीजन लेकर कार्बन डाइऑक्साइड को बाहर छोड़ते हैं

पहली उपसंकल्पना में मनुष्यों और अन्य प्राणियों द्वारा श्वसन के दौरान ऑक्सीजन के उपयोग के बारे में बताया गया है। प्राथमिक कक्षाओं में पौधों द्वारा श्वसन में ऑक्सीजन के उपयोग को दिखा सकना कठिन है फिर भी प्राणियों की साँस के साथ निकलनेवाले कार्बन डाइऑक्साइड की उत्पत्ति को दिखाना आसान और दिलचस्प होगा। यहाँ कार्बन डाइऑक्साइड का अस्तित्व पता लगाने की एक सामान्य विधि बताई जाती है।

अन्वेषण

क्या प्राणी श्वसन के दौरान कार्बन डाइऑक्साइड छोड़ते हैं ?

आवश्यक सामग्री
काँच का जार, काँच का साफ़ गिलास, चूना, पीने की नलकी, साइकिल पंप

वायु में कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति का पता एक साधारण रासायनिक अर्थात् चूने के पानी की सहायता से बड़ी आसानी से लगाया जा सकता है। चूने का पानी वास्तव में कैल्सियम हाइड्रो ऑक्साइड $[Ca(OH)_2]$ का पानी में घोल है। यह इस प्रकार सरलता से बनाया जा सकता है। मुट्ठी भर बुझाया हुआ चूना $[Ca(OH)_2]$ लेकर दो लिटर पानी में छोड़ दीजिए और ख़ूब ज़ोर से चलाइए। अब इसे कम से कम एक दिन तक रखे रहने दीजिए। इसके ऊपर साफ़ पानी आ जाएगा और जार की तली में सफ़ेद तह जम जाएगी। ऊपर से पानी को निथार लीजिए। निथारा हुआ यह पानी ही चूने का पानी है। बिना बुझाए या पके हुए चूने से भी चूने का पानी बन सकता है। किन्तु इस बात की बहुत सावधानी रखनी होगी कि पके हुए चूने से कहीं चमड़ी न जल जाए, आँखों का तो विशेष रूप से बचाव करना होगा।

कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति पता लगाने के लिए किसी बच्चे को पीने की नलकी या और किसी प्रकार की नली द्वारा इस चूने के पानी में फूँक से साँस छोड़ने को कहिए। इसके लिए छोटे से गिलास में चूने का पानी ले लीजिए जैसा कि चित्र 2.72 में दिखाया गया है। थोड़ी ही देर में चूने का पानी दूधिया होने लगेगा जो कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति का प्रमाण है। अब चूने के पानी का एक और नमूना लेकर उसमें से साधारण वायु निकालिए। ऐसा साइकिल पंप की सहायता से हो सकता है। अब

चित्र 2-72
निकली हुई साँस को चूने के पानी में फूँकने से पता चलता है कि इसमें कार्बन डाइआक्साइड होती है।

दोनों प्रकार के चूने के पानी की तुलना कीजिए। जब कुछ चूने के पानी का आप परीक्षण के लिए प्रयोग कर लें तो इसे फेंक दें। पौधों से भी श्वसन के कारण कार्बन डाइऑक्साइड निकलता रहता है। इसे भी चूने के पानी की सहायता से दिखाया जा सकता है। इसके लिए गमले में उगाया हुआ कोई भी पौधा लेकर बड़े से जार से ढक दीजिए किन्तु जार के भीतर छोटे से गिलास में चूने का पानी भी रख दीजिए। इसे ऐसे स्थान पर रखें जहाँ प्रकाश बहुत मंद हो। एक-दो दिन के बाद चूने के पानी की परीक्षा कीजिए, आप देखेंगे कि पानी की सतह पर सफ़ेद तह जम गई है। यही कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति की पहचान है। पौधे को अँधेरे में इस कारण रखना ज़रूरी है कि प्रकाश-संश्लेषण न होने पाए। प्रकाश होने पर पौधे प्रकाश-संश्लेषण क्रिया द्वारा उस मात्रा से अधिक कार्बन डाइऑक्साइड खपा लेते हैं, जितनी वे श्वसन द्वारा उत्पन्न करते हैं।

ऐसे जार के नीचे मोमबत्ती जलाइए जिसके नीचे धूप में कोई स्वस्थ हरा पौधा रखा रहा हो। फिर यही प्रयोग ऐसे पौधे के साथ कीजिए जो अँधेरे में रखा रहा हो। फिर देखिए कि कौन-सी मोमबत्ती अधिक देर जलती है और क्यों ?

3 (ङ). पौधे अपने लिए भोजन तैयार करने में कार्बन डाइऑक्साइड लेते हैं और ऑक्सीजन छोड़ते हैं

विद्यार्थी अब तक यह जानकारी प्राप्त कर चुके होते हैं कि पौधे अपना भोजन प्रकाश-संश्लेषण के प्रक्रम द्वारा तैयार करते हैं। इस प्रक्रम में वे सूर्य की ऊर्जा के उपयोग से वायु के CO_2 और मिट्टी के H_2O को खाद्य पदार्थ में बदल लेते हैं। इस प्रक्रम में ऑक्सीजन (O_2) उपोत्पाद के रूप में निकलता है। प्रकाश-संश्लेषण केवल क्लोरोफ़िल की उपस्थिति में होता है, इस कारण यह हरे पौधों में ही होता है। प्रकाश-संश्लेषण का रासायनिक समीकरण इस प्रकार लिखा जा सकता है :

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$$

यहाँ $C_6H_{12}O_6$ वनस्पति-शर्करा का एक सरल रूप है, इसके अलावा स्टार्च जैसे अन्य खाद्य पदार्थ भी बनते हैं।

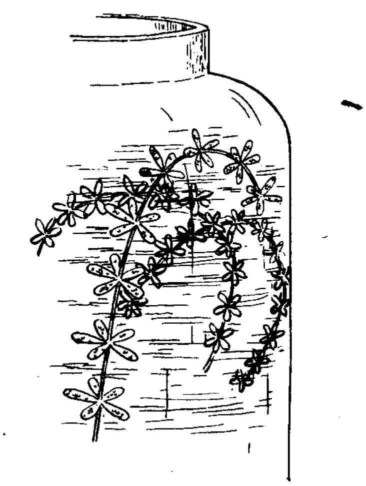
यद्यपि प्रकाश-संश्लेषण समझने में सरल लगता है किन्तु इसका रसायन अत्यंत जटिल होता है। इसके बारे में अधिक बताने के लिए इस कक्षा में कारगर प्रयोग नहीं दिखाए जा सकते। फिर भी यह दिखाना संभव है कि प्रकाश-संश्लेषण के दौरान पौधे ऑक्सीजन छोड़ते हैं।

अन्वेषण

क्या प्रकाश संश्लेषण के दौरान पौधे ऑक्सीजन पैदा करते हैं ?

आवश्यक सामग्री
पानी में उगनेवाला हरा पौधा.
काँच का साफ़ जार, पानी

ऐसे अच्छे स्वस्थ, पत्तीदार पौधे मँगवाइए जो पानी में उगते हैं। पानी के पौधों में हाइड्रिला एक आम पौधा है जो अनूपों और तालाबों में खूब उगता है। इसके उगने को काँच के जार मे ध्यान से देखिए। यदि जार को एक घंटे के लिए धूप में रखे रहेंगे तो पत्तियों पर छोटे-छोटे बुलबुले दिखाई देने लगेंगे। ये ऑक्सीजन के ही बुलबुले होते हैं। चित्र 2-73 को देखिए।



चित्र 2-73
पानी में पैदा होनेवाले हरे पौधे प्रकाश-संश्लेषण के समय आक्सीजन के छोटे-छोटे बुलबुले छोड़ते हैं।

'प्रकाश संश्लेषण' और 'क्लोरोफ़िल' शब्दों के अर्थ और संरचना का विश्लेषण कीजिए।

एक संतुलित जल जीवशाला बनाइए। इसके बनाने के बारे में माध्यमिक स्कूल के किसी जीव-विज्ञान के अध्यापक से सलाह लीजिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

इस बात पर जोर देना चाहिए कि प्रकाश-संश्लेषण और श्वसन ऐसी अभिक्रियाएँ हैं जो रासायनिक दृष्टि से एक दूसरे से विपरीत होती हैं। प्रकाश-संश्लेषण में ऊर्जा (सूर्य की) का उपयोग किया जाता है, जबकि श्वसन में ऊर्जा को बाहर निकाला जाता है।

दोनों समीकरणों की इस प्रकार तुलना हो सकती है :

प्रकाश-संश्लेषण : $CO_2 + H_2O$ ऊर्जा (सूर्य से) $C_6H_{12}O_6 + O_2$

श्वसन : $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O +$ ऊर्जा

यह अत्यावश्यक है कि इन बातों को समझने में बच्चों की मदद की जाए। जब वे इस बात को हृदयंगम कर लेंगे तो वे यह समझ सकेंगे कि वनस्पति किस प्रकार सूर्य की ऊर्जा को प्राणियों के लिए अप्रत्यक्ष रूप से उपलब्ध कराती है। तभी वे यह बात समझ पाएँगे कि मनुष्य और अन्य जंतु पौधों के बिना क्यों नहीं जी सकते। यह संकल्पना प्राणियों और पौधों तथा उनके चारों ओर की भौतिक वस्तुओं के, जिनमें सूर्य की ऊर्जा भी शामिल है, परस्पर संबंधों को समझने के लिए बहुत महत्त्वपूर्ण है।

इस प्रमुख संकल्पना के बहुत से मुख्य विचारों में कुछ सरल रसायन भी आ जाता है। यह ठीक है कि इस पाठ्यचर्या के अनुसार इन विद्यार्थियों को अभी रसायन की शिक्षा नहीं मिली है। फिर भी इस विषय में इस प्रकार के कुछ विचार देना अच्छा होगा। अभी बच्चों के लिए रासायनिक प्रतीक (कैमिकल सिम्बल), फ़ार्मूले या समीकरण याद करना आवश्यक नहीं है। प्रतीक केवल सुविधाजनक संक्षेप की तरह ही प्रयुक्त किए जा सकते हैं और फिर यदि यह करना ही हो तो सही रासायनिक प्रतीक ही होने चाहिएँ।

बहुत से साधारण तत्त्व तथा ऑक्सीजन, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन भी गैसों के रूप में होते हैं। तत्त्व रूप में ये तथा कुछ अन्य तत्त्व, अणुओं से मिलकर बनते हैं और एक अणु में दो परमाणु होते हैं। इसी कारण वे H,O और N की बजाय H_2,O_2 और N_2 में प्रकट किए जाते हैं। फिर भी उप-संकल्पना 3 (ख) में जो रासायनिक अभिक्रिया होती है, उसमें हाइड्रोजन गैस अलग तत्त्व के रूप में नहीं बल्कि किसी ईंधन में रासायनिक संयोग के रूप में है। इसमें हाइड्रोजन केवल H द्वारा ही इंगित किया गया है।

रसायन के ऊँची कक्षा के विद्यार्थी उस प्रकार के समीकरण से संतुष्ट नहीं होंगे जैसा हमने प्रकाश-संश्लेषण और श्वसन के लिए यहाँ दिया है। इसमें कमी यह है कि प्रत्येक तत्त्व के परमाणुओं की संख्या समीकरण में दोनों ओर बराबर-बराबर नहीं है। उदाहरण के लिए प्रकाश-संश्लेषण के समीकरण में बाईं ओर कार्बन का एक, हाइड्रोजन के दो और ऑक्सीजन के तीन परमाणु हैं। किन्तु दाईं ओर कार्बन के छः, हाइड्रोजन के बारह और ऑक्सीजन के आठ परमाणु हैं। इस समीकरण को संतुलित करके अधिक सार्थक (और सही) बनाया जा सकता है। फिर भी इस कक्षा में समीकरण को संतुलित करने की बात को छोड़ा जा सकता है। वास्तव में यदि इस कक्षा के स्तर पर ऑक्सीजन, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन को केवल O,H और N से ही प्रगट किया जाए तो कोई हानि न होगी।

इस पुस्तिका में, वायु में जल-वाष्प के महत्त्व के बारे में पहले ही बताया जा चुका है। पौधे और प्राणी वायुमंडल से नाइट्रोजन सीधे ही नहीं लेते बल्कि कुछ पौधों पर उत्पन्न होने वाले कुछ ऐसे जीवाणु होते हैं जो वायुमंडल से नाइट्रोजन खुद खींचकर वनस्पति को पहुँचाते हैं। पौधों के द्वारा यह मनुष्यों और अन्य प्राणियों को भी मिलता है। ये जीवाणु, नाइट्रोजन योजी जीवाणु कहलाते हैं। जिन पौधों पर ये पलते हैं, उनमें दालें और अन्य फलीवाले पौधे जैसे बीन आदि आते हैं। रसायन उद्योग के लिए भी नाइट्रोजन प्राप्त करने का खास साधन वायु ही है।

4. पानी अच्छा विलायक है

इस प्रमुख संकल्पना के बारे में कुछ चर्चा चौथी कक्षा में हो चुकी है। उसके बारे में विद्यार्थियों को याद कराना और संकल्पना को फिर समझाना अच्छा रहेगा।

4 (क). पानी में बहुत सी वस्तुएँ घुल जाती हैं

बच्चे और बड़े सभी यह जानते हैं कि पानी एक आमतौर से मिलनेवाला द्रव है लेकिन वे प्रायः यह नहीं समझते कि

यह अन्य परिचित द्रवों से कहीं अच्छा एक विलायक भी है। पैट्रोल और अल्कोहल (स्प्रिट) की अपेक्षा पानी में कहीं अधिक पदार्थ घुल जाते हैं। बच्चे यह तो जानते ही हैं कि पानी में नमक और चीनी जैसे ठोस पदार्थ घुल जाते हैं। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं जिनकी सहायता से बच्चों को इस उपसंकल्पना के बारे में और अधिक जानकारी मिलेगी।

अन्वेषण

क्या पानी एक श्रेष्ठ विलायक है ?

आवश्यक सामग्री
काँच के चार साफ़ जार, मिट्टी का तेल, अल्कोहल, खाने के काम आने वाला तेल, ऐसे पदार्थ जिनकी घुलनशीलता देखनी हो

बच्चों को कहिए कि इस बात का पता लगाएँ कि कौन-से पदार्थ पानी में घुलते हैं और कौन-से अन्य द्रवों में। यह बात परीक्षण द्वारा आसानी से मालूम हो सकती है। उन्हें नमक, चीनी, धातु, प्लास्टिक, आटा, बुझा हुआ चूना, चाक, सोडा, फिटकरी, तूतिया, नौसादर, कपड़े धोने का सोडा, सुहागा, एप्सन लवण आदि चीज़ों को पानी में घोलने की कोशिश करनी चाहिए। फिर इन्हीं चीज़ों को उन्हें मिट्टी के तेल, अल्कोहल और खाने के काम आने वाले किसी तेल में घोलने की कोशिश करनी चाहिए। ये अन्वेषण घर पर या स्कूल में हो सकते हैं। बच्चों से कहिए कि वे अपने अनुभव के आधार पर यह बताएँ कि कौन-सा द्रव सबसे अच्छा विलायक है।

यह देखने के लिए कि ठंडे पानी की अपेक्षा गर्म पानी में चीनी या फिटकरी कितने अधिक घुलनशील है एक प्रयोग कीजिए।

अच्छी तरह समझने के लिए

वास्तव में यह सोचना ग़लत है कि पदार्थ या तो "घुलनशील" होते हैं या "अघुलनशील"। लगभग सारे पदार्थ थोड़े बहुत तो घुलते ही हैं। काँच, पत्थर और तेल जैसे पदार्थ भी थोड़े से घुलते हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि घुलनशीलता का उत्तर 'हाँ' या 'ना' में ही नहीं दिया जा सकता बल्कि "कितने" में दिया जा सकता है। ठोस पदार्थों की तरह ही द्रव और गैसें भी पानी में घुल सकते हैं।

बहुत सी चीज़ों के लिए ठंडे पानी की अपेक्षा गर्म पानी अच्छा विलायक रहता है। चीनी जैसे कुछ पदार्थों के लिए तो तापमान के साथ घुलने की क्षमता में बहुत अधिक अंतर पड़ जाता है। नमक इस मामले में अपवाद है। तापमान से इसके घुलने में कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

4 (ख). वाष्पन द्वारा पानी में घुले हुए पदार्थों को पानी से अलग किया जा सकता है

बहुत बार पानी में घुले हुए किसी पदार्थ को पानी से अलग करना आवश्यक होता है। उदाहरण के लिए गन्ने का रस चीनी और पानी का एक घोल होता है। इस रस से राब या शीरा बनाने के लिए बहुत अधिक मात्रा में पानी को निकालना होता है। इसका एक तरीका वाष्पन है। उपयुक्त परिस्थितियों में साधारण पानी को वाष्पन द्वारा निकाला जा सकता है और ऐसा करने से शीरा या ठोस चीनी बच रहेगी। इसी प्रकार नियंत्रित वाष्पन से पानी में घुले हुए बहुत प्रकार के पदार्थों को अलग किया जा सकता है। बच्चों को इस उपसंकल्पना को समझाने के लिए यहाँ एक प्रयोग दिया जा रहा है।

अन्वेषण | **पानी से इसमें घुले हुए पदार्थ कैसे अलग किए जा सकते हैं ?**

आवश्यक सामग्री
नमक या फिटकरी, पानी, काँच का साफ़ जार

पानी में थोड़ा सा नमक या फिटकरी या कपड़ा धोने का सोडा घोलिए। इसकी एक बूँद लेकर किसी बच्चे को यह बताने के लिए चखाइए कि पानी में ये चीज़ें मिली हुई हैं, भले ही घोल में कोई रंग न आया हो। अब उनसे कहिए कि वे पानी में से उस चीज़ को वापस लें जो इसमें घोली गई है। बच्चे इसके लिए निस्यंदन करने का (जो चौथी कक्षा में बताया गया था) उपाय बताएँगे। किसी बच्चे से कहिए कि वह घुले हुए पदार्थ को निस्यंदित करके (छानकर) अलग करने की कोशिश करे। यह मानी हुई बात है कि उसे इसमें सफलता नहीं मिलेगी। बच्चों ने यदि और कोई भी ऐसी विधि सुझाई हो तो उसका भी परीक्षण कर देखिए। अब और सब कर लेने के बाद वाष्पन को आज़माइए। यदि घोल को किसी गर्म और सूखे दिन कम गहरे कड़ाह में डालकर रख दिया जाए तो दिन बीतने से पहले ही इसका वाष्पन हो जाएगा। यदि घोल को थोड़ा सा गर्म कर लिया जाए तो वाष्पन और जल्दी होगा। जब कड़ाह में नीचे ठोस अवशिष्ट रह जाए तो उसे बच्चों को चखाकर दिखाइए कि इसका स्वाद मूल पदार्थ जैसा ही है या नहीं।

एक बहुत स्वच्छ काँच की प्याली में पानी की कुछ बूँदें डालकर इनका वाष्पन होने दीजिए। नीचे जो मैल सा बच जाएगा वही पानी में घुले पदार्थ होंगे।

अच्छे से अच्छे निर्मल-स्वच्छ जल और वर्षा के जल से भी यही प्रयोग कीजिए।

4 (ग). आसवन द्वारा पानी में घुले पदार्थ पानी से अलग किए जा सकते हैं

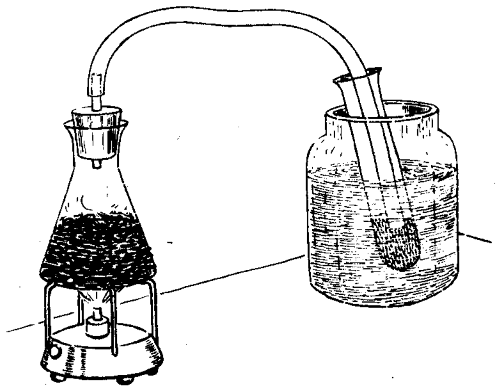
ऊपर के प्रयोग में घुले पदार्थ को पानी से अलग करने के लिए पानी को वाष्प बनाकर उसे निकाल दिया गया है। कभी-कभी ऐसा न करके पानी को एकत्र करना भी आवश्यक हो जाता है। यह आसवन के प्रक्रम में किया जाता है। आसवन में घोल को नियंत्रित गर्मी पर खौलाया जाता है और इससे तैयार होनेवाला जल-वाष्प घोल से निकल कर नलकी द्वारा अलग हो जाता है। यह वाष्प या भाप ठंडी जगह ले जाया जाता है जहाँ यह पानी के रूप में फिर से द्रवित हो जाता है। इस प्रक्रम द्वारा शुद्ध आसुत जल प्राप्त होता है जबकि खौलने-वाले घोल के अपद्रव्य अधिकाधिक सांद्रित हो जाते हैं। यहाँ कक्षा में तैयार किए जा सकनेवाले सरल आसवन उपकरण के बारे में बताया जाता है।

अन्वेषण | **आसवन किस प्रकार किया जाता है ?**

आवश्यक सामग्री
ऊष्मसह काँच की बोतल, एक छेदवाली डाट, अच्छी सी सीधी काँच या धातु की नलकी, लचकीली नलकी, लंबी साफ़ बोतल या परख नली, काँच का साफ़ जार, तूतिया, ठंडा पानी, आग

चित्र 2.74 की तरह पात्र और नलकियाँ जमा दीजिए। अच्छा तो यह हो कि सारे ही पात्र काँच के हों। खौलानेवाली बोतल (फ़्लास्क) में तूतिया और पानी का घोल रखिए। यह घोल इतना सांद्र होना चाहिए कि देखने में काफ़ी नीला हो जाए।

इससे उठनेवाली भाप रंगहीन होगी क्योंकि केवल पानी का ही वाष्पन हुआ है तूतिए का नहीं। जैसे ही यह भाप बोतल में पहुँचती है यह द्रवित हो जाती है। इस बोतल को ठंडे पानी में डुबाए रखने के कारण यह ठंडी रखी रहती है। इस बात पर ध्यान दीजिए कि जो जल बोतल में दोबारा द्रवित हुआ है, उसमें भी कोई रंग नहीं है क्योंकि यह घुले हुए तूतिए से अलग हो चुका है।



चित्र 2-74
जब किसी द्रव में से घुले हुए पदार्थों को आसवन द्वारा अलग किया जाता है तो द्रव और पदार्थ दोनों ही बचा कर रख लिए जाते हैं।

इस बारे में पढ़िए कि आसवन द्वारा पानी में अल्कोहल के हल्के घोल में से अल्कोहल कैसे अलग हो जाता है।

पैट्रोलियम के शोधन के लिए आंशिक आसवन के प्रक्रम के बारे में पढ़िए।

अच्छी तरह समझने के लिए

आसवन को द्रुत वाष्पन का एक विशेष रूप समझा जा सकता है। 'विशेष' इसलिए कहा गया है क्योंकि इसमें तरल को बचा लिया जाता है। यह जल-वाष्प बनकर वायु में नहीं मिल पाता। आसवन का प्रयोग वहाँ किया जाता है जहाँ द्रव को बचाने की आवश्यकता होती है। रासायनिक प्रयोगशालाओं या किसी आटोमोबाइल के एक मुलेटर में विशुद्ध जल की आवश्यकता होती है। उसके लिए आसुत जल ही काम आता है। कभी-कभी दो द्रवों को अलग करने के लिए भी आसवन का सहारा लेना पड़ता है। पानी से अल्कोहल इसी प्रकार अलग की जाती है। अल्कोहल का क्वथनांक पानी से नीचा होता है। दोनों के मिश्रण को ऐसे तापमान तक गर्म किया जाता है जिस पर अल्कोहल का वाष्पन तो अच्छी तरह हो जाता है किन्तु पानी का वाष्पन बहुत धीरे-धीरे होता है। अल्कोहल का वाष्प गर्म बर्तन से निकलकर ठंडे बर्तन में आकर द्रवित हो जाता है। इसी प्रकार पैट्रोलियम के साथ मिले हुए भिन्न-भिन्न द्रव अलग-अलग किए जाते हैं जिनसे पैट्रोलियम, मिट्टी का तेल, लुब्रीकेटिंग आइल और पैराफ़ीन प्राप्त होते हैं।

वाष्पन का प्रयोग आमतौर से तब किया जाता है जब पानी अनावश्यक हो और इसमें घुले हुए पदार्थ को सांद्रित कर गाढ़े रूप में प्राप्त करना हो। गन्ने के रस से शीरा या चीनी इसी प्रकार प्राप्त किए जाते हैं। दूध भी वाष्पन द्वारा ही गाढ़ा किया जाता है। वाष्पन द्वारा दूध को गाढ़ा करके खोआ और पनीर तथा अन्य चीजें बनाई जाती हैं। प्रक्रम एक ही है भले ही दूध को सुखाने पर जो अवशिष्ट बचता है वह आरंभ में दूध में घुला नहीं था (दूध में मौजूद अधिकांश पदार्थ घुलते नहीं हैं बल्कि लघुकणों के रूप में पानी में निलंबित रहते हैं)।

5. पानी में अनेक अविलेय पदार्थ और जीवाणु हो सकते हैं

विद्यार्थी इस कक्षा तक यह सीख चुके हैं कि पानी में बहुत से पदार्थ होते हैं और ये पदार्थ घुलनशील और अघुलनशील दोनों प्रकार के हो सकते हैं। वे जानते हैं कि अघुलनशील पदार्थ अवसाद हो सकते हैं। यदि काफ़ी समय मिले तो ये नीचे बैठ जाते हैं (अवसादन), किन्तु कुछ अघुलनशील पदार्थ इतने छोटे-छोटे कणों में बँटे होते हैं कि वे तली में नहीं बैठते। ये पानी में निलंबित रहते हैं और इसका परिणाम निलंबन होता है। कुछ प्रकार की स्याहियाँ और कुछ खाद्य पदार्थ निलंबन ही होते हैं। दूध और पीने का चाकलेट ऐसे द्रवों के उदाहरण हैं, जिनमें बहुत सा अघुलनशील पदार्थ निवलंबित रहता है।

पानी में न घुलनेवाला एक बहुत महत्त्वपूर्ण क़िस्म का पदार्थ होता है। ये बहुत ही सूक्ष्म जीव होते हैं। इनमें वाइरस रोगाणु और जीवाणु दोनों ही शामिल होते हैं। पानी के इस क़िस्म के अपद्रव्य भी बहुत महत्त्वपूर्ण हैं, क्योंकि इनका मनुष्य के स्वास्थ्य पर बहुत प्रभाव पड़ता है। इस प्रमुख संकल्पना में पानी से हानिकारक अघुलनशील पदार्थों को, जिनमें कीटाणु भी शामिल हैं, अलग करने पर ज़ोर दिया जाएगा।

5 (क). अविलेय पदार्थ अवसादन और निस्यंदन द्वारा अलग किए जा सकते हैं

पहले की कक्षाओं में विद्यार्थियों को पानी से अघुलनशील पदार्थ अलग करने के तरीक़ों की कुछ जानकारी हो चुकी है। इन तरीक़ों में अवसादन और निस्यंदन भी थे। अब इस उपसंकल्पना में जल को शुद्ध करने के लिए इन विधियों को प्रयोग करने के बारे में बताया जाएगा। अवसादन और निस्यंदन द्वारा पानी को शुद्ध करने का सामान्य विचार नीचे लिखे जैसे प्रयोगों से और स्पष्ट किया जा सकता है।

अन्वेषण

क्या अवसादन से पीने के पानी को शुद्ध करने में सहायता मिलती है ?

आवश्यक सामग्री
काँच के दो साफ़ जार, कपड़ा, गँदला पानी

जार को क़रीब-क़रीब पानी से पूरा भरकर उसमें एक मुट्ठी भर मिट्टी डाल दीजिए। अब इस मिश्रण को काफ़ी देर तक रखा रहने दीजिए ताकि बच्चे देख सकें कि मिट्टी नीचे बैठ गई है अर्थात् अवसादन हो गया है। बहुत बार एक घंटे या इससे भी अधिक रखा रहने के बाद भी पानी गँदला रहेगा। इस मिश्रण को कई दिन तक रखा रहने दीजिए। बच्चों से पूछिए कि क्या उन्होंने पानी में अघुलनशील गंद को पानी से अलग कर लिया है। उनसे आगे यह पूछिए कि क्या उन्होंने सारे अघुलनशील पदार्थ को अवसादन द्वारा अलग कर लिया है (यह आवश्यक नहीं है—कुछ बारीक मिट्टी अवसादन के बाद भी साफ़ पानी में निलंबित रह सकती है)।

अन्वेषण

क्या निस्यंदन से पानी पीने के लिए शुद्ध हो सकता है ?

आवश्यक सामग्री
काँच के दो साफ़ जार, कपड़ा, गँदला पानी

गँदले पानी में से गाद अलग करने के लिए किसी प्रकार का भी सरल फ़िल्टर तैयार कीजिए। महीन कपड़े की कई तहें करके उससे छानने का काम लिया जा सकता है। बच्चों से पूछिए कि क्या वे कपड़े से

छानकर पानी की दीखनेवाली सब गंद को अलग करने में सफल रहे, क्या ऐसा संभव है कि वे सारी मिट्टी न छान सके हों? (हाँ, यह संभव है—कुछ मिट्टी इतनी बारीक हो सकती है कि फ़िल्टर में से भी निकल जाए)।

भिन्न-भिन्न प्रकार के कपड़े और काग़ज़ से छानने का परीक्षण करके देखिए कि सबसे अच्छा फ़िल्टर कौन-सा रहता है।

यह भी परीक्षण करके देखिए कि निस्यंदन या अवसादन में से किस प्रक्रम द्वारा पानी अधिक साफ़ होता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

सब फ़िल्टर एक से नहीं होते, कुछ मोटे क़िस्म के फ़िल्टर होते हैं जिनमें गँदले मिश्रण में से केवल बड़ी-बड़ी गुटिकाएँ ही छन सकती हैं। बारीक फ़िल्टर रेत के कणों को छान सकते हैं लेकिन मृत्तिका के समान छोटे-छोटे कण उनमें से निकल जाते हैं। इसी प्रकार ऐसे फ़िल्टर भी हो सकते हैं, जो दिखाई देनेवाले धूल के कण तो छान दें, किन्तु अत्यंत सूक्ष्म कण उनमें से गुजर जाएँ। इसलिए जब तक छने हुए पानी की सुरक्षा की जाँच करने की कोई निश्चित परीक्षा न हो जाए तब तक यह नहीं कहा जा सकता कि निस्यंदन या अवसादन से पानी वास्तव में शुद्ध हो गया।

5 (ख). बीमारी पैदा करनेवाले रोगाणुओं को आरोग्य उपायों द्वारा पानी से निकाल देना चाहिए

क्योंकि रोगाणु के पानी में रहने से मनुष्य को बहुत अधिक ख़तरा हो सकता है, इसलिए उन्हें पानी से बाहर रखने या यदि वे पानी में प्रवेश कर जाएँ तो उन्हें बाहर निकालने के उपाय करने चाहिए। यह समस्या बड़े-बड़े शहरों में पानी सप्लाई करनेवाले इंजीनियरों के सामने ही नहीं रहती बल्कि गाँवों और कस्बों आदि में हर जगह, हर परिवार के सामने भी यह समस्या बनी रहती है। स्थिति के अनुसार पानी शुद्ध करने के कई तरीके हो सकते हैं।

समझदार लोग पानी को पीने योग्य शुद्ध रखने के लिए हर जगह तरह-तरह के ढंग अपनाते हैं। वे पीने के पानी को पशुओं और कीड़े-मकोड़ों से दूर रखते हैं। वे पानी को ढक कर रखते हैं ताकि इसमें गर्द-मिट्टी न गिरने पाए। जिन गिलास आदि बर्तनों से वे पानी पीते हैं उनको धो-माँजकर इस्तेमाल करते हैं। यहाँ एक प्रकार का प्रयोग बताया जा रहा है जिससे बच्चों का ध्यान पीने के पानी को शुद्ध रखने की समस्या की ओर जाएगा।

चर्चा

हम पानी को स्वच्छ रखने के लिए किन विधियों को अपनाते हैं?

हर बच्चे से पानी को शुद्ध बनाए रखने के पाँच तरीके बताने को कहिए। इसका उत्तर देने के लिए वे अपने घर के अनुभव या जो कुछ उन्होंने पढ़ा या सुना है उसका उपयोग करेंगे। अब उनसे इन विधियों के बारे में आलोचनात्मक ढंग से सोचने को कहिए। क्या वास्तव में वे कारगर हैं? उन्हें इस बात की याद दिलाइए कि रोगाणुओं को न तो आँख से देखा जा सकता है और न नाक से सूँघा जा सकता है।

उनसे यह भी पूछिए कि क्या केवल गिलास को ठंडे पानी से खँगारने मात्र से वह शुद्ध हो जाता है? अंत में उन्हें पहले बताई हुई विधियों की सूची को बदलने को कहिए जिससे पाँचों विधियाँ पानी साफ़ करने के लिए कारगर रहें।

जिले के स्वास्थ्य अधिकारी को बुलाकर कक्षा के सम्मुख बोलने को कहिए।

संचारी रोगों, सार्वजनिक स्वास्थ्य और सफ़ाई जैसे विषयों पर पुस्तकें आदि पढ़िए।

5 (ग). अवसादन और निस्यंदन से कुछ ही रोगाणु पानी से निकाले जा सकते हैं

इसका इस इकाई की उपसंकल्पना 5 (क) के विचार से निकट का संबंध है। किन्तु यहाँ अजैव अपद्रव्यों की अपेक्षा रोगाणुओं पर अधिक ज़ोर दिया जा रहा है। नीचे लिखे जैसे प्रयोगों से विद्यार्थियों को इस नए विचार को अवसादन और निस्यंदन पर भी लागू करने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण

क्या अवसादन और निस्यंदन के बाद भी पानी में रोगाणु रह जाते हैं?

आवश्यक सामग्री
बजरी, रेत और पंक, काँच के दो साफ़ जार, पानी, तार की जाली या मोटा कपड़ा, छानने के लिए महीन कपड़ा

क़रीब-क़रीब भरे हुए पानी के बर्तन में मुट्ठी भर बजरी, रेत और पंक डाल दीजिए। बच्चों से इन गंदगियों को पानी से निकालने को कहिए। कुछ बच्चे पानी को छानने को कहेंगे। पहले तार की जाली या मोटे कपड़े में छानकर शुरुआत कीजिए। ऐसा करने से गुटिकाएँ या कुछ रेत ही अलग हो सकेंगी। अब बच्चे बारीक फ़िल्टर का इस्तेमाल करना चाहेंगे। साधारण महीन कपड़े की कई तहें कीजिए और पानी को छानिए। इस क्रिया से दिखाई देने वाली कुल गंदगी का पर्याप्त भाग निकल जाएगा। अब और भी महीन कपड़े या काग़ज़ के टावल या किसी और ऐसे ही फ़िल्टर का इस्तेमाल कीजिए। अब सावधानी से छानने पर दिखाई दे सकनेवाली लगभग सारी ही गंदगी दूर हो जाएगी किन्तु बच्चों को बताइए कि हालाँकि अब तक के सब फ़िल्टरों से बहुत बारीक-बारीक कण निकल गए हैं, फिर भी अभी पानी में ऐसे सूक्ष्म कण मौजूद हैं जो हर फ़िल्टर में से निकल जाएँगे। ये कण इतने छोटे हैं कि दिखाई नहीं दे सकते शायद यही रोगाणु हों। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि पानी को शुद्ध करने के ये तरीक़े हमेशा सुरक्षित नहीं होते, भले ही देखने में पानी बिल्कुल निर्मल लगता हो।

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि अपने पड़ौस के किसी डाक्टर या नर्स के पास जाकर रोगाणुओं के बारे में मालूम करें। विशेष रूप से इस बारे में कि ये लघुजीव कितने बड़े होते हैं?

'वायरस' शब्द के बारे में पढ़िए, यह भी पता लगाइए कि 'फ़िल्टर हो सकने लायक वायरस' किसे कहते हैं।

5 (घ). देर तक खौलाने से या कुछ रसायनों के प्रयोग से अधिकांश रोगाणु मर जाते हैं

चीज़ को काफ़ी समय तक गर्म करने से उसके अधिकांश रोगाणु नष्ट हो जाते हैं। इसके लिए 20 मिनट तक अच्छी तरह खौलाना काफ़ी रहता है। बड़े-बड़े शहरों में पीने का जो पानी सप्लाई किया जाता है, उसे साफ़ करने के लिए कभी-कभी उसमें क्लोरीन जैसे कुछ रसायन थोड़ी मात्रा में मिला दिए जाते हैं। इससे रोगाणु सुरक्षित सीमा के भीतर ही रहते हैं और पानी अन्य किसी प्रकार से हानिकारक नहीं होता। कभी-कभी ऐसे पानी का स्वाद अजीब सा हो जाता है पर रोज़ पीनेवालों को ऐसे स्वाद की आदत पड़ जाती है। ऐसा पानी रसायन न मिले हुए पानी की अपेक्षा सुरक्षित रहता है। विद्यार्थियों को पानी में रसायन मिलाने के बारे में इस प्रकार के प्रयोग से अच्छी तरह समझाया जा सकता है:

समालाप | **खौलाने से पानी कितना शुद्ध हो जाता है?**

बच्चों से कहिए कि वे अपने घर जाकर अपने माता-पिता से या अपने पास-पड़ौस के लोगों से यह पूछें कि पानी को पीने लायक़ बनाने के लिए कितना खौलाना पड़ता है। अधिकांश स्थानों में पानी के स्रोत और मौसम या समय को देखकर थोड़ा-बहुत खौलाया ही जाता है। शायद बच्चे कुछ ऐसे व्यक्तियों—भारतीयों या विदेशियों—को जानते हों जो हमेशा खौलाकर ही पानी पीते हैं। बच्चों से पूछिए कि दूध को पीने से पहले क्या करते हैं, शायद वे दूध के अलावा खाने की और भी चीज़ों के नाम बता सकें, जिन्हें खाने से पहले रोगाणु नष्ट करने के लिए खौलाया या पकाया जाता है।

बच्चों से कहिए कि वे अपने बड़ों से पूछें कि यदि दूध को बिना खौलाए पिया जाए तो क्या होता है।

किसी ज़िला डेरी अधिकारी से अनुरोध कीजिए कि वह कक्षा में आकर दूध के पास्चुरीकरण और इसको सुरक्षित करने के अन्य तरीक़ों के बारे में विद्यार्थियों को बताए।

अच्छी तरह समझने के लिए

समझदार लोग पीने के पानी की सप्लाई के संभावित ख़तरों के बारे में दिनों-दिन चौकन्ने होते जा रहे हैं। कई बार बड़े-बड़े शहरों को दिए जानेवाले पानी को भी साल के किसी-किसी समय खौलाकर सुरक्षित किया जाता है। बहुत-से विदेशी केवल खौला हुआ पानी ही पीना चाहते हैं। वे इस बात पर अक्सर ज़ोर देते हैं कि बर्फ़ जमानेवाला या बर्फ़ डालकर पिया जाने वाला पानी भी खौलाया हुआ हो। विदेशी यात्रियों को इस बारे में ख़ासतौर से सावधान रहना भी चाहिए क्योंकि वे उन साधारण रोगाणुओं के अभ्यस्त नहीं होते, जिनके अभ्यस्त स्थानीय लोग हो जाते हैं और जो उन्हें

नुक़सान नहीं पहुँचाते। जब स्थानीय लोग दूसरे देशों में जाते हैं या भारत के ही सुदूर भागों में जाते हैं तो उनके साथ भी ऐसा ही होता है। थोड़ी सी अशुद्धि या अपद्रव्य वाला पानी स्थानीय लोगों को कुछ हानि नहीं पहुँचाता किन्तु बाहर से आनेवाले यात्रियों को यह बीमार कर सकता है। यदि कोई बाहरी व्यक्ति खौला हुआ पानी माँगे तो नवयुवकों को इस बात पर न तो हँसना चाहिए न इस बात में अपना अपमान ही समझना चाहिए, बल्कि उसकी इच्छा को समझने की कोशिश करनी चाहिए।

इस संकल्पना में यही मुख्य विचार दिया गया है कि रोगाणु केवल खतरनाक ही नहीं होते बल्कि आँख से दिखाई भी नहीं देते। बच्चों को यह समझाना चाहिए कि वह पानी जो केवल देखने में साफ़ लगता है, आवश्यक नहीं कि उसका पीना भी सुरक्षित हो। यदि अध्यापक अपने विद्यार्थियों को पानी के अशुद्ध होने की संभावना के बारे में अधिक से अधिक सावधान कर सकें और यह बात भी समझा सकें कि बहुत से लोग अपने पीने के पानी को सुरक्षित रखने के कारगर उपाय नहीं करते तो वे निस्संदेह बच्चों की ही नहीं बल्कि अपने गाँव या पास-पड़ौस की भी बड़ी सेवा कर सकेंगे।

6. पानी दबाव डालता है

पाँचवीं कक्षा के विद्यार्थियों को वायु के दबाव के बारे में मूल धारणा का पता लग चुका है (इसी इकाई की मूल संकल्पना-1 देखिए)। बच्चे यह भी जानते हैं कि दबाव का बल से निकट संबंध है। उन्हें पहला विचार यह मिला है कि क्षेत्र की प्रति इकाई पर पड़नेवाला बल दबाव होता है। उन्हें पता है कि वायु से दबाव पड़ता है। इसका कारण गैस के अणुओं की निरंतर बमबारी है। उन्हें ज्ञात है कि सामान्य वायुमंडलीय वायु से प्रति वर्ग सैंटीमीटर पर, एक किलोग्राम बल का दबाव पड़ता है। प्रस्तुत प्रमुख संकल्पना में बच्चे दबाव संबंधी अपने ज्ञान में जल के दबाव की भी वृद्धि कर लेंगे। वे यह सीखेंगे कि पानी का दबाव कैसे पैदा होता है और गहराई से इस पर क्या प्रभाव पड़ता है।

6 (क). पानी का दबाव गहराई के अनुपात में बदलता रहता है

जो भी वस्तु पानी में होती है उस पर पानी का बल पड़ता है। पानी का यह बल वस्तु के ऊपर जो पानी है उसके भार के कारण पड़ता है। किसी निश्चित क्षेत्र पर जो बल पड़ता है वह वहाँ पर पानी के दबाव के कारण होता है। उदाहरण के लिए एक ऐसे नल की कल्पना कीजिए जिसमें 25 सैंटीमीटर की ऊँचाई तक पानी भरा हो और जिसका क्रास सेक्शन एक वर्ग सैंटीमीटर हो तो इसमें 25 घन सैंटीमीटर पानी होगा। इसका भार 25 ग्राम के बल (25 gf) के बराबर होगा। इस-लिए इस नल की तली में एक वर्ग सैंटीमीटर क्षेत्र पर कुल 25 gf का बल होगा। यह उस पानी का वज़न है, जो एक वर्ग सैंटीमीटर क्षेत्र के सीधे ऊपर खड़ा हुआ है। दबाव, क्षेत्र की प्रति इकाई पर पड़नेवाला बल है अर्थात् 25 gf प्रति वर्ग सैंटीमीटर। इससे यह ज्ञात हुआ कि पानी (या अन्य द्रव) से उत्पन्न होनेवाला दबाव उस स्थान की गहराई पर निर्भर करता है। यहाँ एक सरल सा प्रयोग दिया जा रहा है जिससे बच्चों के सम्मुख यह बात स्पष्ट होने में सहायता मिलेगी :

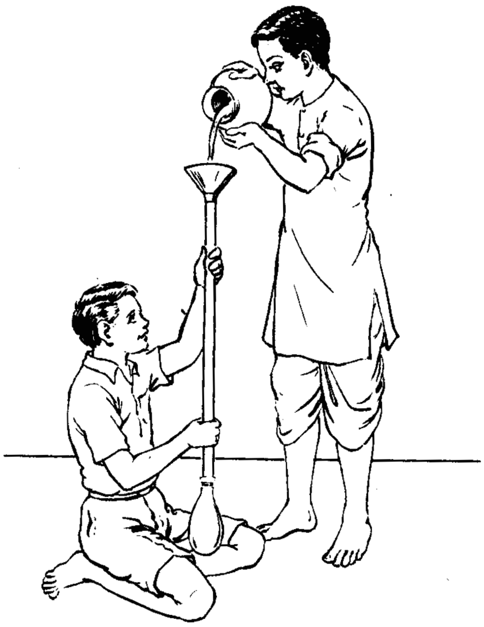
अन्वेषण | **गहराई के साथ पानी का दबाव कैसे बदलता है?**

आवश्यक सामग्री
रबड़ का गुब्बारा, पानी, नल या नलकी, धागा या रबड़ बैंड

एक छोटा सा रबड़ का गुब्बारा लीजिए। कई बार इसे खींच लीजिए ताकि इसके फूलने में कठिनाई न पड़े। इस प्रयोग में गुब्बारे को पानी से भरकर फुलाया जाएगा। गुब्बारे के भीतर के पानी पर इसके बाहर के पानी के भार के कारण दबाव होगा।

रबड़ बैंड या धागे से गुब्बारे को काँच की नलकी के नीचे बाँध दीजिए। काँच की नलकी न हो तो रबड़ की नलकी या नल से बाँध दीजिए। फिर गुब्बारे

को दबाकर हवा निकाल दीजिए। अब नल या नलकी में से पानी डालिए, जैसा कि चित्र 2.75 में दिखाया गया है। पहले तो पानी गुब्बारे में जाएगा लेकिन इसे अधिक नहीं फ़ुला सकेगा क्योंकि इतने दबाव से गुब्बारा फूल नहीं पाएगा। इतने दबाव के मुक़ाबले गुब्बारा 'कहीं अधिक मज़बूत' सिद्ध होगा। फिर भी पानी डालते रहने से गुब्बारे के ऊपर पानी की गहराई बढ़ती जाएगी। अंत में गुब्बारा पानी से फूलने लगेगा। अब बच्चों को यह समझाइए कि जैसे-जैसे गुब्बारे के ऊपर पानी की गहराई बढ़ती जाती है, गुब्बारे के स्तर पर दबाव भी बढ़ता जाता है और अंत में दबाव इतना हो जाता है कि वह गुब्बारे की शक्ति से बढ़ जाता है और उसे फुलाने लगता है।



चित्र 2-75
पानी की गहराई बढ़ने से अधिक बल पड़ता है और इससे गुब्बारे में पानी भरता जाता है।

बच्चों से इस बात पर चर्चा कीजिए कि बाँध नीचे से अधिक और ऊपर से कम मोटा क्यों होता है।

पनडुब्बियों और गहरे समुद्र में ग़ोताख़ोरी के बारे में पढ़िए। पानी के भारी दबाव का किस प्रकार सामना किया जाता है।

6 (ख). पानी का दबाव हर दिशा में समान होता है

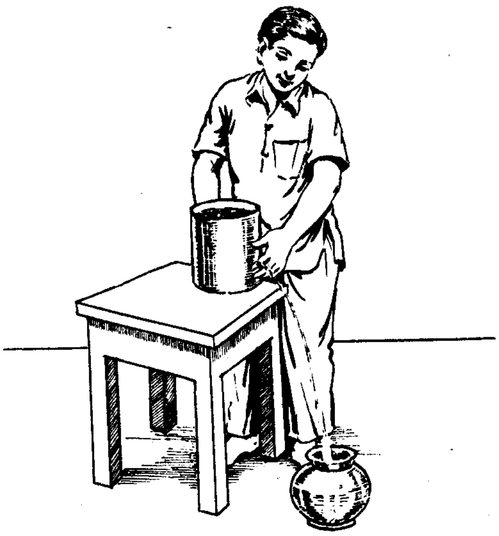
यह जानना तो आसान ही है कि पानी में नीचे की ओर दबाव और बल क्यों पड़ता है। यह किसी भी बिन्दु पर पानी के उस भार (जो कि बल होता है) के कारण होता है, जो उस बिन्दु से ऊपर की ओर है। यह समझना कठिन है किन्तु साथ ही बहुत महत्त्वपूर्ण है कि दबाव केवल नीचे की ओर ही नहीं पड़ता बल्कि चारों ओर और ऊपर की ओर भी पड़ता है। वास्तव में किसी भी स्थान या बिन्दु पर सब दिशाओं में दबाव बराबर रहता है। चाहे दबाव का कारण कुछ भी हो यह बात सदा सत्य रहती है। इस संकल्पना को समझने के लिए यहाँ कुछ प्रयोग दिए जा रहे हैं?

अन्वेषण | **पानी के भीतर का दबाव किस दिशा में पड़ता है ?**

आवश्यक सामग्री
टीन का लंबा डिब्बा, कील (छेद करने के लिए), पानी

क़रीब 15-20 सैंटीमीटर ऊँचा टीन का खुला डिब्बा या कनस्तर प्राप्त कीजिए। चित्र 2-76 की तरह इसके बाजू में छेद कर दीजिए। डिब्बे में अब पानी भरिए और किसी बच्चे से छेद पर उँगली लगाकर पानी को रोकने को कहिए। जब बच्चा अपनी उँगली हटा लेगा तो जैसा कि दिखाया गया है, पानी एकदम धार बाँधकर निकलेगा। विद्यार्थी आसानी से देख सकते हैं कि पानी बाहर की ओर निकल रहा है। आगे यह धार नीचे को मुड़ जाती है (अपने भार के कारण) लेकिन डिब्बे से निकलने के बाद ही ऐसा होता है। बच्चों से पूछिए कि, पानी लगभग क्षैतिज रूप में ही क्यों निकलता है। इसका तर्कसंगत उत्तर यह होगा कि पानी उस दबाव के कारण सीधा निकलता है जो डिब्बे की दीवार पर पड़ रहा है।

अब यदि डिब्बे या कनस्तर में कई छेद कर दिए जाएँ तो बच्चे यह अच्छी तरह देख सकेंगे कि जो छेद सब से नीचे है पानी उसी में से सब से जोर से आ रहा है। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि डिब्बे की अधिक गहराई पर अधिक दबाव है इसलिए नीचे के छेद से पानी अधिक ज़ोर से आ रहा है। इससे ऊपर की उपसंकल्पना 6 (क) की और पुष्टि होती है।



चित्र 2-76
पानी के भीतर आजू-बाजू भी दबाव पड़ता है।

अन्वेषण | **क्या पानी के भीतर का दबाव ऊपर की ओर भी पड़ता है ?**

आवश्यक सामग्री
ऊँचा सा टीन का डिब्बा, कील, पानी

जैसा कि चित्र 2-77 में दिखाया गया है, टीन की तली के पास गहरा सा गड्ढा डाल दीजिए। अब इस गड्ढे या गढ़े में इस ढंग से छेद कीजिए कि यह ऊपर की ओर को हो। बच्चे से कहिए कि वह इस छेद पर उँगली रख ले और दूसरे से कहिए कि वह टीन में पानी भरे। अब बच्चों से पूछिए कि जब छेद खोल दिया जाएगा तो पानी की धार किस दिशा में जाएगी। फिर बच्चे की उँगली हटवाकर दिखाइए

कि उनका उत्तर कहाँ तक ठीक है। पानी कुछ-कुछ ऊपर की ओर ही निकलता दिखाई देगा। अब यह निष्कर्ष निकालने में बच्चों की मदद कीजिए कि पानी हर दिशा में दबाव डालता है, केवल इधर-उधर ही नहीं ऊपर की ओर भी।

चित्र 2-77
पानी के भीतर ऊपर की ओर दबाव पड़ता है।

फ़्रेंच वैज्ञानिक पैस्कल के बारे में पढ़िए जिसने यह बताया कि किसी द्रव का दबाव हर बिन्दु पर सब दिशाओं में बराबर होता है।

बच्चों से पूछिए कि यदि पानी का दबाव नीचे की ओर ही पड़ता हो तो पनडुब्बी कैसे बनाई जा सकती है। इस बात की पनडुब्बी के निर्माण से तुलना कीजिए।

6 (ग). पानी ऊँचे स्तर से नीचे स्तर की ओर बहता है

हर बच्चा यह जानता है कि पानी ऊँचाई से निचाई की ओर बहता है। यह पानी के भार के कारण होता है। भार वह बल है जो नीचे की ओर काम करता है। भार के कारण वे चीज़ें जो हरकत कर सकती हैं, पृथ्वी के केन्द्र के निकट जाने का प्रयत्न करती हैं। पानी के बहने की इस संकल्पना को इस प्रमुख संकल्पना के पानी के दबाव संबंधी विचारों से अच्छी तरह जोड़ा जा सकता है। नीचे एक दिलचस्प प्रयोग दिया जा रहा है जिससे बच्चों को पानी के नीचे की ओर बहने के बारे में उसके दबाव की दृष्टि से अच्छी तरह समझाया जा सकता है।

अन्वेषण | **क्या गुरुत्व से पानी ऊपर चढ़ सकता है** | **आवश्यक सामग्री** लचीली नली, पानी

क़रीब 1 मीटर लंबी लचीली नली लीजिए। इसका एक सिरा उँगली से बंद करके इसे पानी से भरिए। भरने के बाद भी सिरे को बंद ही रखिए और चित्र 2-78 की तरह इसको मोड़िए। बच्चों से पूछिए कि अगर नीचे का सिरा खोल दिया जाए तो क्या होगा। वे ठीक ही बताएँगे कि निचले सिरे

से पानी बाहर निकल जाएगा। उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि यदि पानी नलकी में हरकत कर सके तो यह अधिक दबाव वाले क्षेत्र में कम दबाव वाले क्षेत्र की ओर जाएगा। बिन्दु 'क' पर बिन्दु 'ख' की अपेक्षा पानी का दबाव अधिक है क्योंकि बिन्दु 'क' बिन्दु 'ख' की अपेक्षा अधिक गहराई पर है।

चित्र 2-78
पानी ऊँचाई से निचाई की ओर जाता है।

इस उपसंकल्पना की दृष्टि से साइफ़न के काम करने के बारे में बच्चों से पूछिए। बच्चों से कहिए कि वे इस बात का प्रमाण दें कि पानी के अलावा अन्य द्रव भी ऊँचाई की ओर से निचाई की ओर बहते हैं।

बच्चों से इस कथन को पुष्ट करने के लिए बताने और करके दिखाने को कहिए कि 'पानी अपना स्तर स्वयं ढूँढ़ लेता है'।

अच्छी तरह समझने के लिए

पानी के नीचे दबाव अनेक कारणों से हो सकता है। ऊपर जो प्रयोग बताए गए हैं उनमें किसी बिन्दु पर के दबाव को उसके ऊपर के पानी के भार के अनुसार बताया गया है किन्तु पानी की सतह पर वायुमंडल का भी दबाव होता है। यह तो मालूम ही है कि यह दबाव लगभग 1 किलोग्राम बल प्रति वर्ग सैंटीमीटर ($1000\ gf/cm^2$) से कुछ अधिक होता है। इसलिए पानी की किसी गहराई पर, उदाहरण के लिए, 3 मीटर (300 सैंटीमीटर) की गहराई पर कुल $1300\ gf/cm^2$ ($1000+300$) का दबाव होगा। पानी में 11 मीटर की गहराई पर केवल पानी का दबाव क़रीब $1000\ gf/cm^2$ होगा और कुल दबाव $2000\ gf/cm^2$ का होगा। इससे कम गहराई पर भी तैराक के कानों पर इतना ही दबाव पड़ता है जो उसे तकलीफ़ देता है।

किसी बंद बर्तन में पानी लेकर उस पर ऊपर से कसे हुए पिस्टन द्वारा बल डालकर दबाव पैदा किया जा सकता है या किसी लचीले बर्तन को केवल ऊपर से दबाकर ही इस पर दबाव बढ़ाया जा सकता है जैसे—गुब्बारों में पानी भरकर। जलमय गुब्बारों के साथ बच्चों को आसानी से प्रयोग करने की सलाह दी जा सकती है जो कि जल में दाब की दिशा संबंधी उपयोगी संकल्पना को स्पष्ट करेगा।

इकाई 3

शैल, मिट्टी और खनिज

दूसरी कक्षा

सामान्य दृष्टि

'शैल, मिट्टी और खनिज' शीर्षक की इकाई दूसरी कक्षा से शुरू होती है जिसमें मुख्य संकल्पना यह है कि 'शैल अनेक प्रकार के होते हैं।' बच्चे भी इस बात को बड़ी आसानी से समझ लेते हैं कि शैल (चट्टान) बहुत तरह के होते हैं। दूसरी कक्षा की इकाई-3 का उद्देश्य शैलों में बच्चों की दिलचस्पी को बढ़ाना है। बच्चों को तरह-तरह के शैलों के बारे में बतलाकर उनकी दिलचस्पी इस संबंध में बढ़ाई जा सकती है।

केवल इतना कहना ही पर्याप्त नहीं होगा कि हर शैल एक-दूसरे से भिन्न होता है। शैलों की भारी विविधता को देखकर बच्चे चक्कर में पड़ सकते हैं। शैलों की एक दूसरे से भिन्नता को देखने और पहचानने में अध्यापक बच्चों की सहायता कई प्रकार से कर सकते हैं। शैल रूप और आकार में अलग-अलग हो सकते हैं। उनका रंग भी भिन्न-भिन्न होता है। कोई कठोर होता है, कोई मुलायम, कोई चिकना होता है और कोई नुकीला। इसी प्रकार वे एक दूसरे से भिन्न होते हैं। इस इकाई की जो मुख्य संकल्पना है उसकी तीन उपसंकल्पनाएँ शैलों के इन्हीं रूपों को लेकर प्रस्तुत की जाएँगी। विविधता होते हुए भी बहुत सी किस्म के शैलों को एक-एक वर्ग में रखा जा सकता है। इस कक्षा में इसी मुख्य विचार पर चर्चा की जाएगी। यद्यपि यही हर प्रकार के वर्गीकरण का मूल सिद्धांत है, फिर भी इस कक्षा के बच्चे अभी इस बात को पूरी तरह समझने लायक नहीं होते।

'विविधता में पैटर्न' यह एक मुख्य विचार है और इसकी संकल्पना बहुत जटिल है। दूसरी कक्षा के विद्यार्थी इसको समझने की शुरुआत ही कर सकते हैं।

1. शैल अनेक प्रकार के होते हैं

छोटे बच्चे सभी शैलों को केवल शैल ही समझते हैं। शैलों में जो विशाल विविधता होती है उसको वे नहीं समझ पाते। भूवैज्ञानिक तो शैलों और खनिजों का परिशुद्ध और जटिल योजनाओं के अनुसार वर्गीकरण करते हैं। दूसरी कक्षा के विद्यार्थियों को विज्ञान पढ़ाने में उन्हें भूविज्ञान के अनुसार वर्गीकरण और पहचान बताने का उद्देश्य नहीं है। अध्यापकों के लिए बस इतना ही उचित होगा कि वह बच्चों को यह समझने में मदद दें कि शैल अनेक प्रकार के होते हैं और उनकी यह विविधता रूप, साइज़, रंग, कठोरता, संरचना और अन्य भौतिक गुणों के अनुसार होती है।

1 (क). शैल कई साइज़ों और आकारों में मिलते हैं

शैलों की साइज़ और उनका आकार विविधता की एक क़िस्म है। कुछ बड़े होते हैं, कुछ छोटे। कुछ चिकने होते हैं और कुछों के किनारे बड़े तेज होते हैं। कुछ साधारण गुटिकाएँ होती हैं और कुछों का आकार बड़ा दिलचस्प और साथ ही बड़ा जटिल होता है। कुछ शैल पृथ्वी या आधार शैल से अलग होकर इधर-उधर बिखरे होते हैं और कुछ भूमि का अंग भी मालूम होते हैं।

शैलों की इस क़िस्म के बारे में बच्चों को बताया तो आसानी

से जा सकता है किन्तु विज्ञान की शिक्षा का बेहतर तरीक़ा यही है कि वे स्वयं अपने प्रेक्षणों द्वारा इस संकल्पना पर पहुँचें। इस प्रकार के कुछ प्रयोगों द्वारा वे ऐसा कर सकते हैं।

बाहरी प्रेक्षण | **शैल साइज़ और आकार में कितने भिन्न-भिन्न होते हैं ?**

बच्चों को किसी पहाड़ी या ऐसी जगह ले जाइए जहाँ बहुत क़िस्म के शैल या पत्थर मिल सकें। यदि ऐसा संभव न हो तो ऐसे स्थानों के चित्र बच्चों को दिखाने का प्रबंध कीजिए। बच्चे स्वयं इस बात को देखें कि शैल या पत्थर बहुत से साइज़ और आकार में मिलते हैं। उन्हें इस बात की ओर ध्यान देने में सहायता दी जा सकती है कि कुछ के किनारे तेज़ होते हैं किन्तु कुछ शैलों के खुले भागों में ऐसे किनारे नहीं होते।

अन्वेषण | **शैलों के नमूने कितने भिन्न-भिन्न होते हैं**

आवश्यक सामग्री
शैलों के नमूने

चित्र 3-1
बच्चे अपने ही प्रेक्षण से शैलों में विविधता देख पाते हैं।

बच्चों को कहिए कि वे शैलों और पत्थरों के नमूने इकट्ठा करके कक्षा में लाएँ। उन्हें अपने-अपने लाए हुए पत्थर दूसरे बच्चों को दिखाने को कहिए। बच्चों से सबसे चिकने, सबसे अधिक सुगोलित और सबसे बड़े या सबसे छोटे पत्थर चुनने को कहिए। उनसे कहिए कि वे सबसे अजीब आकार के पत्थर चुनकर निकालें (चित्र 3.1 में देखिए)।

बच्चों से पूछिए कि उनके घरों में जो पत्थर या पत्थरों की चीजें इस्तेमाल होती हैं जैसे—चकला-बेलन, सिल-बट्टा, पथरौटा, चक्की, कूंडी-सोटा आदि, उनका साइज़ और आकार कैसा होता है।

1 (ख). शैल कई रंगों में मिलते हैं

शैलों में एक विविधता रंगों की भी दिखाई देती है। अक्सर भूवैज्ञानिक के लिए रंग का थोड़ा ही महत्त्व होता है फिर भी रंगों से शैल सुंदर और आकर्षक लगते हैं। दिल्ली का लालक़िला लाल बालुकाश्म का बना होने के कारण और आगरा का ताजमहल सफेद संगमरमर का होने के कारण सुंदर लगते हैं। इन इमारतों और दूसरी इमारतों में तरह-तरह के रंगबिरंगे पत्थरों के सुंदर-सुंदर डिज़ाइन कटे होते हैं। बच्चों में रंग संबंधी विविधता की संकल्पना इस प्रकार के चुने हुए प्रयोगों से विकसित की जा सकती है।

अन्वेषण | **हमारे शैल-नमूने रंग में कितने भिन्न-भिन्न होते हैं?** | **आवश्यक सामग्री** शैल-नमूने

बच्चों से कहिए कि वे ढूंढ़-ढूंढ़ कर कक्षा में ऐसे पत्थर (शैल) लाएँ जो अधिक से अधिक रंगोंवाले हों। उनको यह देखने में मदद दीजिए कि कुछ पत्थर तो सारे के सारे एक ही रंग के हैं और किसी एक ही पत्थर में कई-कई रंग हैं। बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे उन पत्थरों के चित्र बनाएँ जो उनको सबसे अधिक आकर्षक लगते हैं। अध्यापक इन पत्थरों में से कुछ, जो सबसे अधिक दिलचस्प लगें, अगली कक्षाओं के लिए नमूने के रूप में रख लें।

बच्चों से कहिए कि वे घर की किसी ऐसी चीज़ का रेखाचित्र बनाएँ जो सफ़ेद, काले, लाल या हरे पत्थर की बनी हो। ये चीज़ें हो सकती हैं चकला (सफ़ेद या लाल रंग का), कूंडी (काली या गहरे हरे रंग की) और सिल-बट्टा (लाल बालुकाश्म का)।

1 (ग). शैल भिन्न-भिन्न होते हैं : कुछ मुलायम, कुछ कठोर और कुछ तेज़ किनारे वाले

बच्चे शैलों की विविधता को इन तीन बातों के आधार पर आसानी से समझ सकते हैं। साइज़, आकार और रंग। भूवैज्ञानिक या पत्थर का काम करने वाले या इमारत का डिज़ाइन बनानेवाले के लिए और प्रकार की भिन्नताएँ अधिक दिलचस्पी का विषय हो सकती हैं। ये भिन्नताएँ शैलों के कुछ अन्य गुणों के कारण होती हैं, जैसे उनकी कठोरता,

उनकी आंतरिक संरचना और (ऊँची कक्षाओं के लिए) उनकी रासायनिक रचना। विज्ञान की शिक्षा का अच्छा तरीक़ा यही है कि बच्चे अपने स्वयं के प्रेक्षण के आधार पर इन निष्कर्षों पर पहुँचें, यह नहीं कि उन्हें इस विविधता के बारे में केवल बताया ही जाए। कुछ अनुभव निम्नलिखित जैसे प्रयोगों से प्राप्त हो सकते हैं।

अन्वेषण | **क्या शैलों की कठोरता भिन्न-भिन्न होती है ?**

आवश्यक सामग्री
ग्रेनाइट और सिलैटी पत्थरों के नमूने

कोई भी दो पत्थर चुन लीजिए। किसी बच्चे को कहिए कि एक पत्थर को दूसरे से रगड़े। जो पत्थर खुरच जाता है वह मुलायम है और जो दूसरे को खुरच देता है वह सख्त है। अब बच्चे से कहिए कि वह पत्थरों के नमूने में से पत्थर लेकर इसी परीक्षा के द्वारा मुलायम और सख्त पत्थरों को अलग-अलग करें (चित्र 3-2 देखिए)। अन्य बच्चे भी बारी-बारी से यही प्रयोग कर सकते हैं।

चित्र 3-2
दो शैलों को आपस में रगड़ कर बच्चे उनकी कठोरता की तुलना कर सकते है।

कक्षा के सारे बच्चों को चार टोलियों में बाँट दीजिए और उनमें सबसे कठोर पत्थर ढूंढ़ने की प्रतियोगिता कराइए।

नीचे लिखे प्रयोगों से बच्चों को यह समझने में मदद मिल सकती है कि कुछ शैल तो कई परस्पर संयोजित परतों से निर्मित हैं, जबकि कुछ पत्थर इस तरह के नहीं हैं।

अन्वेषण | **ग्रेनाइट, शैल (Shale) से कैसे भिन्न होता है ?**

आवश्यक सामग्री
मृदा, काग़ज़, लैंस

बच्चों से कहिए कि वे ग्रेनाइट और शैल के एक टुकड़े को अच्छी तरह देखें कि क्या इन दोनों को

परतों में अलग किया जा सकता है (चित्र 3.3 देखिए)। बच्चों को पता चलेगा कि शैल पत्थर परतों में तोड़ा जा सकता है किन्तु ग्रेनाइट पत्थर को ऐसे नहीं तोड़ा जा सकता क्योंकि इसमें परतें हैं ही नहीं।

चित्र 3-3
ग्रेनाइट एक कठोर पदार्थ है। शैल को परतों में विभक्त किया जा सकता है।

बच्चों से पूछिए, "कौन-सी वस्तु सख्त है—स्लेट या चाक, जिससे तुम लिखते हो?"

इसी प्रकार बच्चों को इस बात का पता लगाने में मदद कीजिए कि एक ही साइज़ के दो शैलों के भार में काफ़ी अंतर हो सकता है (उदाहरण के लिए ग्रेनाइट पत्थर प्यूमिस पत्थर से भारी होता है)। कुछ पत्थरों के किनारे बड़े तेज़ धार वाले होते हैं और कुछ के चिकने (उदाहरण के लिए ऑब्सीडियन)।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

आदिकाल का मनुष्य कभी-कभी वैज्ञानिक के ही समान काम करता था।

मनुष्य सभ्य होता है जबकि पशु सभ्य नहीं होता। मनुष्य ने सभ्यता के मार्ग पर अन्य प्राणियों को पीछे छोड़कर कब चलना शुरू किया, इसके बारे में कोई भी सही-सही नहीं बता सकता। किन्तु फिर भी मनुष्य

के इस प्रगति-पथ की कौन-कौन-सी ख़ास सीढ़ियाँ रही होंगी, इसकी कल्पना हम अवश्य कर सकते हैं।

जब मनुष्य ने पत्थर से अपने औज़ार और हथियार बनाने का आविष्कार किया तो इसे वास्तव में एक महत्त्वपूर्ण क़दम कहा जा सकता है। आइए, देखें कि प्राचीन काल के इन आविष्कारों और आधुनिक वैज्ञानिकों के आविष्कारों और अनुसंधानों की कहाँ तक तुलना की जा सकती है।

वैज्ञानिकों की तरह आम आदमी भी प्रेक्षण और तर्क बुद्धि से काम लेते हैं। हज़ारों वर्ष पहले भी यही होता था और आज भी ऐसा ही होता है। आदिम काल में मनुष्य ने देखा होगा कि जब वह नोकदार पत्थर या चट्टान पर गिरता है तो उसे चोट लगती है। इस प्रकार शायद उसने पत्थर से टकराने और उससे चोट लगने के संबंध को अनुभव किया होगा। आज भी अधिकांश लोग ऐसा ही करते हैं अर्थात् किसी बात को देखते हैं और फिर उसमें कारण-प्रभाव संबंधत्व ढूँढ़ते हैं। फिर आगे चलकर किसी बुद्धिमान और कल्पनाशील मनुष्य ने इस कारण-प्रभाव संबंध को किसी नई परिस्थिति पर लागू किया। इस बार उसने इस बात की सावधानी रखी कि वह नुकीले पत्थर पर गिरकर चोट न खाए। इसके बदले उसने यह सोचा कि कोई नुकीला पत्थर लेकर क्यों न किसी जंगली पशु पर वार करें और उसकी यह योजना सफल हुई। इससे पशु को चोट लगी और संभवतः इसी प्रकार पत्थरों के हथियार बनने की शुरुआत हुई।

फिर, अत्यंत प्राचीन काल में मनुष्य केवल प्राकृतिक अग्नि जैसे बिजली की चमक को ही जानता था। उसने प्राकृतिक अग्नियों की तलाश की और उन्हें अपने उपयोग के लिए सँभालकर रखा किन्तु वह स्वयं आग पैदा नहीं कर सकता था। फिर शायद किसी तेज़ व्यक्ति ने यह देखा कि जब एक पत्थर को दूसरे पत्थर पर जोर से मारा जाता है तो उनके टकराने से चिनगारी निकलती है। उसने इस चिनगारी से परीक्षण किया। परीक्षण से उसने देखा कि पत्थरों से निकलनेवाली चिनगारी से सूखे पत्ते और लकड़ी के टुकड़े जल सकते हैं। इस प्रकार मनुष्य ने आग जलाने का आविष्कार किया।

आग जलाने और औज़ार बनाने के कामों के अलावा भी आदिम मनुष्य ने पत्थरों को और बहुत से कामों के लिए इस्तेमाल किया। पत्थरों की अँगीठी या चूल्हा बनाना भी उनमें से संभवतः एक उपयोग रहा होगा। हाँ, इस काम के लिए सब पत्थर समान रूप से अच्छे नहीं सिद्ध हुए होंगे। कुछ तो आग के संपर्क से चटककर टूट ही गए होंगे। अपनी गलतियों से सीखने के नियम के अनुसार मनुष्य ने विशेष कामों के लिए विशेष पत्थरों की पहचान कर ली। उसने देखा कि कुछ क़िस्म के पत्थर औज़ार बनाने के लिए अच्छे रहते हैं, कुछ आग जलाने के लिए और कुछ चूल्हा बनाने के लिए। इस तरह के चुनाव के लिए निस्संदेह बहुत ध्यान से प्रेक्षण करने की आवश्यकता थी।

इस प्रकार मनुष्य बहुत आरंभ काल से ही प्रेक्षण करता आया है। वह अपने चारों ओर की वस्तुओं के बारे में उत्सुक रहा है और उनके साथ तरह-तरह के प्रयोग करता रहा है। इस ढंग से उसने अपने चारों ओर के पर्यावरण से अपने लिए लाभ उठाना सीखा है। पत्थर के ये तीन उपयोग—औज़ार बनाना, आग जलाना और चूल्हा बनाना—मनुष्य की प्रयोग, प्रेक्षण और तर्क करने की क्षमता के उदाहरण हैं। वैज्ञानिक और गैरवैज्ञानिक सभी विचारशील लोग नए विचारों के विकास के लिए आज भी ऐसा ही करते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

कुछ बच्चे और उनके अध्यापक भी 'शैल', 'पत्थर' और 'खनिज' शब्दों में अर्थ की समानता के कारण गड़बड़ में पड़ जाते हैं। 'शैल' और 'पत्थर' में थोड़ा ही अंतर होता है। भूवैज्ञानिक शायद ही कभी पत्थर शब्द का प्रयोग करते हों, यद्यपि मकान बनानेवाले इसी शब्द का प्रयोग करते हैं। आमतौर से पत्थर उस शैल को कहा जाता है जो इतना छोटा हो

कि उसे हाथ से उठा कर ले जाया जा सके। सामान्य रूप से हर पत्थर शैल है लेकिन हर शैल पत्थर नहीं होता। खनिज शब्द इसके विपरीत किसी शैलवत् पदार्थ के उस विशेष टुकड़े के लिए प्रयुक्त होता है, जिसका रासायनिक संघटन एक सा हो। कुछ क़ीमती पत्थर जैसे––हीरे, जवाहरात खनिज हैं। इसी तरह अभ्रक, ग्रेफ़ाइट और क्वार्ट्ज़ जैसे पदार्थ भी खनिज हैं, नमक भी खनिज पदार्थ है। अधिकांश सामान्य शैल दो या अधिक खनिज पदार्थों के बने होते हैं। इसी तरह एक प्रकार का ग्रेनाइट (एक शैल) क्वार्ट्ज़, फ़ेल्ड्स्पार और अभ्रक तीन खनिजों से मिलकर बनता है। संगमरमर प्रायः पूर्णरूपेण कैलसाइट खनिज का ही बना होता है।

बच्चे अक्सर पृथ्वी की सतह पर पाए जानेवाले बिखरे हुए शैलों तथा मृदा और बजरी के नीचे मिलनेवाले कठोर शैलों के बीच जो संबंध है उसे नहीं समझ पाते। उन्हें यह संबंध किसी ऐसे स्थान पर ले जा कर समझाया जा सकता है जहाँ भूपर्पटी बाहर निकल आई हो और जिसे अक्सर आधार शैल (बैड रॉक) कहते हैं। यह समझने में बच्चों की सहायता करनी चाहिए कि पत्थर या शैल आमतौर से वे टुकड़े होते हैं जो आधार शैल से टूट कर अलग हो जाते हैं। ये भिन्न-भिन्न प्रक्रमों के कारण टूटते हैं (अपक्षीण होते हैं) और न्यूनाधिक रूप से वे घिसकर चिकने (अपरदित) हो जाते हैं। ये प्रक्रम प्रायः पानी के बहने, हवा से उड़कर लाए हुए रेत की रगड़ और कभी-कभी हिमनदियों में बर्फ़-घर्षण के कारण चला करते हैं।

इस कक्षा में शैलों के विधिवत् वर्गीकरण का प्रयत्न नहीं करना चाहिए। शैलों के वही नाम दिए जाएँ जो आमतौर से बोले जाते हैं। फिर भी शैलों की विविधता के कारण उनका कुछ न कुछ वर्गीकरण हो ही जाता है। बच्चों से सुंदरता के अनुसार अर्थात् रंग या साइज़ या आकार के अनुसार शैलों को अलग-अलग करने को कहा जा सकता है। कोई और भी व्यवस्था अच्छी हो सकती है। चाहे कोई भी व्यवस्था हो, उसमें वर्गीकरण के कोई न कोई सिद्धांत अवश्य रहेंगे।

इकाई 3

शैल, मिट्टी और खनिज

तीसरी कक्षा

सामान्य दृष्टि

बच्चों ने दूसरी कक्षा में ही देख लिया कि शैलों में बहुत विविधता होती है। अपने नित्य के जीवन में भी वे शैलों के बहुत से उपयोगों से परिचित हैं। किन्तु शैलों से मृदा (मिट्टी) भी बनती और इसके लिए इनका असीम महत्त्व है, यह बच्चे अपने आप नहीं जान सकते। उन्हें इसकी जानकारी के लिए मदद मिलनी चाहिए। तीसरी कक्षा में अध्यापकों को विद्यार्थियों में इस बात की समझ पैदा करने का प्रयत्न करना चाहिए।

इस इकाई की पहली प्रमुख संकल्पना में बच्चों का स्वत: इस बात की ओर ध्यान जाना चाहिए कि शैलों की भाँति मृदाओं में भी काफ़ी विविधता होती है। मृदा के कणों के साइज़ और रंगों में अंतर हो सकता है। जैव पदार्थ की मात्रा की दृष्टि से भी उनमें बहुत से भेद हो सकते हैं। ये विविधताएँ इस प्रकार की हैं, जिनके आधार पर मृदाओं का मृत्तिका, दुमट और बालू में वर्गीकरण हो सकता है। यहाँ बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहन दिया जाना चाहिए कि वे प्रेक्षण द्वारा मृदाओं के बारे में जानकारी एकत्र करें।

दूसरी बड़ी संकल्पना "विघटन और संचलन के कारण भिन्न-भिन्न मृदाएँ बनती हैं" शैलों और मृदाओं के संबंध के बारे में है। एक उप-संकल्पना में बच्चों को यह बताया गया है कि शैलों के टूटने से मृदा कैसे बनती है। शैलों का यह टूटना उनका तापमान के परिवर्तन के साथ बढ़ने और सिकुड़ने के कारण होता है। दूसरी उप-संकल्पना में यह समझाया गया है कि पवन, बहते पानी और गतिमान हिम से शैल या चट्टानें, विघटित होकर मृदा कैसे बनती जाती हैं।

इस कक्षा में इस इकाई के मुख्य विचार क्या हैं? जिस प्रकार चट्टानें या शैल बहुत प्रकार के होते हैं, उसी प्रकार मृदाएँ भी बहुत प्रकार की होती हैं। दूसरा मुख्य विचार यह है कि "मृदाओं में विविधता" केवल एक प्रभाव है जिसका कोई कारण अवश्य होना चाहिए। अब बच्चों को यह समझने में सहायता की जा सकती है कि मृदाएँ इस कारण भिन्न-भिन्न होती हैं कि जिन चट्टानों से वे बनती हैं वे भी अत्यंत भिन्न प्रकार की होती हैं अथवा शायद विघटन भिन्न-भिन्न रीतियों से हुआ हो।

यहाँ पढ़ाने की विधि अधिकांश परिप्रश्न-प्रधान है। बच्चों की इस बात में सहायता की जाएगी कि वे स्वत: इस बात को देखें कि मृदाओं में विविधता होती है और इस विविधता का कोई पैटर्न होता है। बहुत से प्रयोगों द्वारा वे स्वयं यह देखेंगे कि तापमान की घट-बढ़, हवाओं व पानी के बहने और बर्फ़ से शैलों का विघटन होता है। अध्यापकों का बच्चों को केवल यह बता देना ही काफ़ी नहीं। उन्हें बच्चों को अपने ही प्रेक्षण के आधार पर इनके बारे में मालूम करने को प्रोत्साहन देना चाहिए। बच्चों में यह समझ स्वयमेव विकसित करने के लिए अध्यापक उनकी मदद कर सकते हैं।

1. मृदाएँ कई प्रकार की होती हैं

अधस्थ शैल-परत जिसे आधार शैल कहते हैं, हर जगह भूमि के ऊपर दिखाई नहीं पड़ती। यह पानी, रेत या मृदा

से ढकी रहती है। विद्यार्थियों ने यह समझ लिया है कि शैलों में बहुत विविधता होती है। अब इस उपसंकल्पना में वे यह सीखेंगे कि शैलों की ही भाँति मृदाओं में भी बड़ी विविधता होती है।

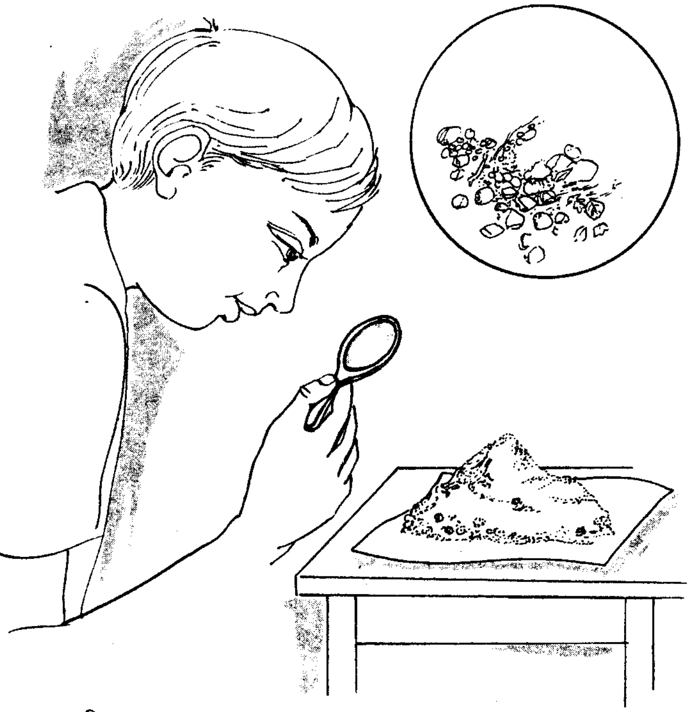
1 (क). मृदाओं के कण भिन्न-भिन्न साइज़ के होते हैं

मृदाओं में कई प्रकार के भेद हो सकते हैं। उनका रंग एक दूसरे से बहुत अलग हो सकता है। उनका गठन अलग-अलग हो सकता है जैसे—स्थूल, सूक्ष्म, ग्रिटी (Gritty) या मुलायम। कभी-कभी उनकी गंध में अंतर ही उनकी विशेषता होती है।

उपर्युक्त भेदों के अलावा मृदाओं को निर्मित करने वाले कणों की साइज़ में भी अंतर होता है। वास्तव में मिट्टियों के कणों की साइज़ ही वह चीज़ है जिससे छूते ही मिट्टी पहचान ली जाती है। जिस मृदा के कण बड़े होते हैं वह स्थूल और ग्रिटी लगती है। जिस मृदा के कण छोटे-छोटे होते हैं वह छूने में कोमल और सूक्ष्म लगती है। नीचे लिखे प्रयोग से बच्चों को यह समझने में सहायता मिलेगी :

अन्वेषण | **क्या मृदा के कणों की साइज़ भिन्न-भिन्न होती है ?**

आवश्यक सामग्री
मृदा, कागज़, लैंस



चित्र 3-4
मृदा भिन्न-भिन्न साइज़ और आकार के कणों से मिलकर बनती है।

मृदा के नमूने को सफ़ेद काग़ज़ पर रखिए। बच्चों से कहिए कि वे चित्र 3-4 की तरह दस्ती लैंस से मृदा की परीक्षा करें और देखकर बताएँ कि उसके कण उन्हें कैसे लगते हैं। कुछ विद्यार्थी उनके साइज़ के अंतर को अवश्य देख पाएँगे। अब बच्चों को बताया जा सकता है कि बड़े-बड़े कण रेत या बजरी के होते हैं और छोटे प्रायः मृत्तिका के होते हैं।

बच्चों से कहिए कि वे थोड़ी-सी मृदा लेकर बारीक छेदों वाली छलनी में छानें। अब उनसे कहिए कि छनी और बे छनी मृदा के कणों को छूकर दोनों का अंतर अनुभव करें।

बच्चों से कहिए कि कई जगह की मृदाएँ इकट्ठी करें और प्रत्येक मृदा के कणों के साइज़ के आधार पर मृदाओं की आपस में तुलना करें।

ये प्रयोग विभिन्न मृदा-नमूनों में भेद का एक आधार प्रदर्शित करते हैं। कुछ नमूनों में रेत के बड़े-बड़े कण अधिक मात्रा में होंगे और कुछ में मृत्तिका के छोटे-छोटे कण अधिक अनुपात में होंगे।

1 (ख). मृदाओं में जैव पदार्थ की मात्रा भिन्न-भिन्न होती है

कणों की साइज़ के आधार पर मृदाओं के विभिन्न प्रकारों के दो छोर बजरी और मृत्तिका हैं। अधिकांश मृदाओं में मृत्तिका और रेत दोनों ही भिन्न-भिन्न अनुपात में मिलते हैं।

मृत्तिका और रेत के कणों के अलावा मृदाओं में जैव पदार्थों की भी भिन्न-भिन्न मात्रा रहती है। इस जैव पदार्थ को ह्यूमस कहते हैं। मृदा का एक नमूना दूसरे नमूने से अपने अंतर के जैव पदार्थ के अंश के कारण भी भिन्न होता है। इस बात को समझने के लिए नीचे लिखा प्रयोग बच्चों के लिए लाभदायक रहेगा।

अन्वेषण

जैव पदार्थ मृत्तिका और रेत से कैसे भिन्न होता है ?

आवश्यक सामग्री
लोहे के तीन कड़ाह, सूखी पत्तियाँ, रेत, मृत्तिका, स्पिरिट लैम्प

सूखी पत्तियाँ या इसी प्रकार के किसी और जैव पदार्थ के नमूने को एक लोहे के कड़ाह में डालिए। दूसरे कड़ाह में रेत और तीसरे में मृत्तिका रखिए। तीनों को खूब गर्म कीजिए। इस बात के प्रेक्षण में बच्चों की मदद कीजिए कि पत्तियाँ (जैव पदार्थ) तो जलकर भस्म हो गईं और प्रायः उनका कुछ भी नहीं बचा, किन्तु मृत्तिका और रेत पर कोई प्रभाव नहीं पड़ा।

बच्चों से इस बारे में चर्चा कीजिए कि कुछ चीज़ें गर्म की जाने पर काली क्यों पड़ जाती हैं। यह इस कारण होता है कि उनमें कार्बन होता है।

मृदा के जो तीन अवयव हैं उनमें से केवल जैव पदार्थ ऐसा है जो गर्म होने से भस्म हो जाता है। इस बात को, मृदा के जैव अंश में भिन्नता दिखाने के लिए एक और प्रयोग का आधार बनाया जा सकता है।

अन्वेषण

क्या मृदा के नमूनों में जैव अंश भिन्न-भिन्न होते हैं?

आवश्यक सामग्री
मृदाओं के तीन नमूने, स्पिरिट लैम्प, तीन कड़ाह, तराजू और बाट

इस प्रयोग में तौलने का जो काम है, उसमें अध्यापक को बच्चों की मदद करनी चाहिए। मृदा के तीन भिन्न-भिन्न नमूने लीजिए। इनमें से एक बगीचे की अच्छी मिट्टी हो, जिसमें जैव खाद मिली हो। बाक़ी दोनों किन्हीं दो भिन्न स्थानों की हो सकती हैं। जैसे सड़क की या नदी के किनारे की। तौल कर तीनों नमूनों को कड़ाहों में गर्म करके सुखाना होगा ताकि नमी बिल्कुल न रह जाए। इस प्रक्रम में कोई भी चीज़ न तो जलनी चाहिए और न अपघटित ही होनी चाहिए। अब नमूनों को ठंडा करना होगा। तीनों कड़ाहों में बराबर-बराबर मात्रा रखिए और फिर अच्छी तरह गर्म कीजिए (जैसा कि चित्र 3.5 ख में दिखाया गया है)। ठंडा करके नमूनों को तौलिए। बच्चों से कहिए कि तीनों नमूनों का भार कितना-कितना घटा इसका हिसाब लगाएँ। किस नमूने में जैव पदार्थ की मात्रा सबसे अधिक थी? उन्हें पता लगेगा कि बगीचे की मृदा में जैव पदार्थ की मात्रा सबसे अधिक थी।

चित्र 3-5 क
कड़ाही में हल्के-हल्के गर्म करके मिट्टी को सुखाया जा सकता है।

चित्र 3-5 ख
मिट्टी को तेज़ आग पर गर्म करके बहुत गर्म (या ज्वलित) किया जा सकता है।

बच्चों से कहिए कि मृदा के दो नमूनों की गंध की तुलना करें—एक नमूना उपजाऊ बगीचे की मृदा का हो और दूसरा सड़क के पास की बंजर भूमि का। उन्हें पता चलेगा कि बगीचे की मिट्टी की गंध बिल्कुल अलग होगी।

1 (ग). मृत्तिका, दुमट और रेत मृदा के ही भिन्न-भिन्न रूप हैं

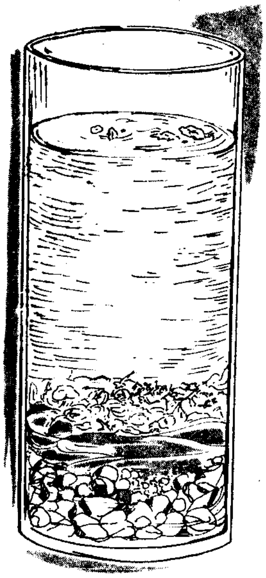
बच्चे चित्र 3.4 की तरह देख चुके हैं कि मृदा में रेत, मृत्तिका और जैव पदार्थ भिन्न-भिन्न अनुपात में मिले होते हैं। इस संकल्पना को और अधिक विकसित करने के लिए विद्यार्थियों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे मृदा को पानी में मिलाकर उसकी जाँच करें। इस प्रयोग का तरीका नीचे दिया जा रहा है :

कक्षा निदर्शन

अच्छे बगीचे की मृदा के क्या-क्या घटक होते हैं ?

आवश्यक सामग्री
अच्छे बगीचे की मृदा, काँच का जार, पानी चलाने के लिए शलाका

काँच का एक बड़ा जार लीजिए और इसमें प्याला भर किसी अच्छे बगीचे की मृदा डाल दीजिए। अब जार को पानी से पूरा भर दीजिए और इसे शलाका से चलाते रहिए। थोड़ी देर चलाकर शलाका बाहर निकाल लीजिए और सब चीज़ों को बिना हिलाए बैठ जाने दीजिए। देखिए कि मृदा का कौन-सा अंश पहले बैठ जाता है (छोटी-छोटी गुटिकाएँ और रेत)। ये चीज़ें पहले क्यों बैठती हैं ? (क्योंकि वे बड़ी और भारी हैं)। जब जार क़रीब एक घंटे तक निश्चल रखा रहे तो फिर बच्चों से उसके भीतर की चीज़ों को देखने को कहिए। वे देखेंगे कि गुटिकाओं और रेत के ऊपर मृत्तिका की सूक्ष्म परत जमती जा रही है। मृत्तिका की यह परत ऊपर ही क्यों जमी ? (मृत्तिका के कण छोटे और हल्के होने के कारण पानी के निश्चल रहने पर भी काफी देर में बैठते हैं)। बच्चों से अब यह पूछा जा सकता है कि अभी भी पानी बिल्कुल साफ़ क्यों नहीं है। मृत्तिका के बारीक कणों और जैव पदार्थ के पानी में निलंबित रहने के कारण पानी गँदला है। एक सप्ताह तक बिना हिले रखे रहने के बाद यह पानी फिर बच्चों को दिखाइए। बच्चे देखेंगे कि (चित्र 3.6) रेत, मृत्तिका और ह्यूमस (Humus) की परतें नीचे से ऊपर की ओर जम गई हैं।



चित्र 3-6
बगीचे की मृदा के घटकों को पानी में स्थिर हो जाने के बाद उन्हें अलग-अलग किया जा सकता है।

नोट : बेहतर परिणाम दिखाने के लिए अध्यापक को चाहिए कि वह रेत, मृत्तिका और दुमट का एक-एक प्याला लेकर मिलाए और मृदा का एक नमूना तैयार करे। तब फिर तीनों की परतें ऐसी जमेंगी जो बच्चों को स्पष्ट दिखाई देंगी।

बच्चों से कहिए कि बगीचे की (दुमट), ईंटें बनाने के काम आनेवाली (मृत्तिका) और रेत के टीले की मृदाओं के गठन की परीक्षा करें।

मृदा के विभिन्न नमूनों में रेत और मृत्तिका की मात्रा काफ़ी भिन्न-भिन्न हो सकती है। नदी किनारे की रेत भी एक प्रकार की मृदा ही है। साधारण मिट्टी से यह इस बात में अलग है कि इसमें मृत्तिका की मात्रा अधिक नहीं रहती। इसी प्रकार तालाब के पास की मृत्तिका जिसे कुम्हार बर्तन बनाने में इस्तेमाल करते हैं, साधारण मृदा से इस बात में भिन्न होती है कि इसमें रेत प्रायः बिल्कुल नहीं होती। खेत की मिट्टी में रेत और मृत्तिका दोनों होती हैं। इसीलिए इसे दुमट कहा जाता है।

रेत और मृत्तिका के कणों के साइज़ तो भिन्न होते ही हैं, पानी के साथ उनका व्यवहार भी भिन्न-भिन्न होता है। मृत्तिका पानी को सोखती है और पानी में मिलकर वह गोंद जैसी और संहत हो जाती है। इस प्रकार पानी इसमें से आसानी से नहीं गुज़र सकता। इसके विपरीत पानी रेत में से बड़ी आसानी से गुज़र जाता है क्योंकि इसके कण अलग-अलग रहते हैं। नीचे के प्रयोगों से बच्चे इस अंतर को अच्छी तरह समझ पाएँगे।

अन्वेषण	रेत, दुमट और मृत्तिका पर पानी का क्या प्रभाव पड़ता है ?	आवश्यक सामग्री रेत, दुमट, मृत्तिका, पानी

चित्र 3-7
रेतीली मिट्टी टूट जाती है लेकिन गीली चिकनी मिट्टी को चाहे जो आकार दिया जा सकता है।

हर बच्चे को रेत, दुमट और मृत्तिका का एक-एक नमूना दीजिए। उनसे कहिए कि वे हर नमूने को थोड़े से पानी में मिलाएँ और उससे गोले बनाएँ। अब उनसे पूछिए कि तीनों में उन्हें क्या फर्क लगा। रेत को बच्चे जो शक्ल देंगे वह उसमें नहीं बनी रह सकती क्योंकि इसके कण आपस में चिपकते नहीं किन्तु मृत्तिका आसानी से ढाली जा सकती है (देखिए चित्र 3.7) जब तक कि इसमें इतना पानी न मिला दिया जाए कि यह हाथों में चिपकने लगे। दुमट का पानी के साथ व्यवहार रेत और मृत्तिका के बीच का होता है।

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे कुम्हार के घर जाकर उसको बर्तन बनाते हुए देखें और उससे पूछें कि वह किस चीज़ से बर्तन बनाता है।

अन्वेषण

रेत, दुमट और मृत्तिका की परतों में पानी किसमें से जल्दी निकलता है?

आवश्यक सामग्री
तीन डिब्बे, रेत, दुमट, चिकनी मिट्टी, पानी

तीन एक-से टीन या डिब्बे लेकर उनकी तली में पाँच-पाँच छेद कीजिए। हरेक में रेत, दुमट और मृत्तिका बराबर-बराबर मात्रा में भरिए और फिर बराबर-बराबर पानी भर दीजिए। अब देखिए कि हर डिब्बे के पानी को निकल जाने में कितना-कितना समय लगता है। बच्चे देखेंगे कि रेत के डिब्बे में से पानी सबसे जल्दी निकला और मृत्तिका के डिब्बे में से सबसे देर में। उनसे पूछिए कि ऐसा क्यों हुआ। मृत्तिका के कण बहुत बारीक होते हैं इसलिए उनके बीच में बहुत कम स्थान होता है और इसीलिए उनमें पानी कठिनाई के साथ नीचे को बहता है।

बच्चों से इस विषय में भी चर्चा कीजिए कि दुमट मिट्टी अधिकांश पौधों के उगने के लिए सर्वोत्तम क्यों रहती है। यह इसलिए कि बढ़ने के लिए पौधों की जड़ों को जल और वायु दोनों की आवश्यकता होती है। मृत्तिका पानी को जमा कर लेती है और रेत भीतर से वायु को गुज़र जाने देता है। दुमट इस कारण अच्छी होती है कि इसमें दोनों चीज़ें होती हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

पृथ्वी के अधिकांश भाग में ऊपर मृदा की ही परत है। यह शैलों के विघटन से बनती है। हवा और पानी आदि के ज़रिए यह विघटन कैसे होता है, इसके बारे में अगले अनुभाग में बताया जाएगा। इस अनुभाग में बच्चों को भिन्न-भिन्न प्रकार की मृदाओं के प्रकार से परिचित कराना है। कुछ विद्यार्थी इन प्रकारों के कारण को भी जानना चाहेंगे। मृदाओं के जो भी भेद (उदाहरण के लिए रंग, गंध और स्पर्श संबंधी) दिखाई देते हैं वे उनके संघटन में भेद के ही कारण होते हैं।

रेत, मृत्तिका और दुमट ये मृदा के मूल अवयव हैं। ये रासायनिक दृष्टि से अलग-अलग होते हैं। रेत में मुख्यतः

सिलीकन और आक्सीजन का यौगिक (SiO_2) होता है। मृत्तिका में अल्यूमिनियम और सोडियम का पोटाशियम तथा सिलीकन और आक्सीजन के यौगिक होते हैं। भिन्न-भिन्न रासायनिक रचना होने के कारण रेत और मृत्तिका के कणों के रासायनिक गुण भी भिन्न होते हैं। रेत के कण कठोर, भारी और साइज़ में बड़े होते हैं। इन्हें आसानी से तोड़ा नहीं जा सकता। मृत्तिका के कण छोटे और हल्के होते हैं। कणों के बहुत छोटे होने के कारण ही मृत्तिका पानी को रोक सकती है। रेत पानी के लिए बहुत पारगम्य होता है क्योंकि इसके कण बड़े होते हैं और इसके कणों के बीच में स्थान भी अधिक होता है।

साधारणतया अच्छी उपजाऊ मिट्टी में रेत और मृत्तिका उचित अनुपात में रहते हैं। इसी मृदा को दुमट कहते हैं। रेत के कारण दुमट में सरंध्रता रहती है जो पानी और हवा पहुँचने के लिए आवश्यक होते हैं। मृत्तिका में पानी को रोक रखने की क्षमता होती है।

जब मृदा में रेत अधिक होती है तो यह रेतीली मृदा कहलाती है। इसी प्रकार मृत्तिकामय मृदा में मृत्तिका की अधिकता रहती है। दुमट भी कभी-कभी रेतीली दुमट और मृत्तिकामय दुमट होती है। जिस दुमट में रेत का अंश अधिक होता है उसे रेतीली दुमट कहते हैं और जिसमें मृत्तिका अधिक होती है उसे मृत्तिकामय दुमट कहते हैं।

मृदा पृथ्वी के ऊपर की बिल्कुल अक्रिय श्लथ परत नहीं है। इसका और इसके ऊपर रहनेवाले जीवधारियों तथा इस पर उगने वाली वनस्पति का बड़ा घनिष्ठ संबंध होता है। उदाहरण के लिए पौधे अपने बढ़ने के लिए मिट्टी में से नाइट्रोजन, फ़ासफ़ोरस और पोटाशियम के यौगिक ले लेते हैं। केंचुए की तरह के कुछ प्राणी मृदा को ऊपर-नीचे करते रहते हैं और इस प्रकार इसे पोली रखते हैं। ये जीव किसान का बड़ा उपकार करते हैं। पौधों और प्राणियों के अवशिष्ट पहले सड़ते हैं और सड़ कर मिट्टी में मिल कर उसमें जैव पदार्थ को बढ़ाते हैं। बहुत सी दालों के पौधों की जड़ों में कुछ ऐसी क़िस्म के कीटाणु रहते हैं जो वायु की नाइट्रोजन को नाइट्रोजन के यौगिकों में बदल देते हैं। इसलिए इनकी फ़सल जिस भूमि में उगाई जाती है वहाँ की मृदा उपजाऊ हो जाती है। इस प्रकार मृदा और उसके चारों ओर के पेड़-पौधों और पशु-पक्षियों का बड़ा अभिन्न संबंध है।

2. विघटन और संचलन के कारण भिन्न-भिन्न प्रकार की मृदाएँ बनती हैं

विद्यार्थी अब तक इस बात से परिचित हो चुके हैं कि शैलों में बड़ी विविधता होती है और इसी प्रकार उपरिशामी मृदा में भी। विद्यार्थियों का इस विविधता के कारण जानने को उत्सुक होना स्वाभाविक ही है। उन्हें इस समस्या के उत्तर ढूँढ़ने को प्रोत्साहित करना चाहिए कि "क्या शैलों की विविधता और मृदाओं की विविधता में परस्पर कोई संबंध है ?"

शैलों और मृदाओं के संबंध की संकल्पना को इस उप-संकल्पना में कई प्रयोगों द्वारा अच्छी तरह समझाया गया है। बच्चे यह मालूम कर सकते हैं कि शैलों के टूटने से ही मृदा बनती है और इसमें छोटे-छोटे कण होते हैं।

2 (क). शैल प्रसरण, सकुंचन और हिमन द्वारा अपक्षीण होते हैं।

मृदा-कणों की अपेक्षा शैल कहीं बड़े होते हैं। फिर भी लैंस से देखने पर बच्चों को पता लगेगा कि शैलों के छोटे-छोटे कण भी शक्ल और रंग में बड़े टुकड़ों जैसे ही होते हैं। नीचे के प्रयोग से बच्चों को इस बात को पता लगाने में सहायता मिलेगी :

अन्वेषण	जब शैलों को आपस में रगड़ा जाता है तो क्या होता है ?	आवश्यक सामग्री दो बालुकाश्म के टुकड़े, दो चूनाश्म के टुकड़े, दो शैल के टुकड़े, लैंस

बालुकाश्म के दो टुकड़ों को आपस में जोर से रगड़िए और गिरनेवाले चूरे को एक काग़ज़ पर

जमा कर लीजिए। चूनाश्म और शैल के टुकड़ों को भी इसी प्रकार रगड़ कर उनका चूरा भी जमा कर लीजिए। बच्चों से कहिए कि वे शैलों के इन पिसे हुए चूरों को लेकर लैंस से देखें। क्या ये मूल शैलों से मिलते हैं? बच्चे बड़ी आसानी से देख लेंगे कि टुकड़ों को रगड़ने से जो ग्रिट प्राप्त हुए वे रंग में मूल शैलों से मिलते हैं।

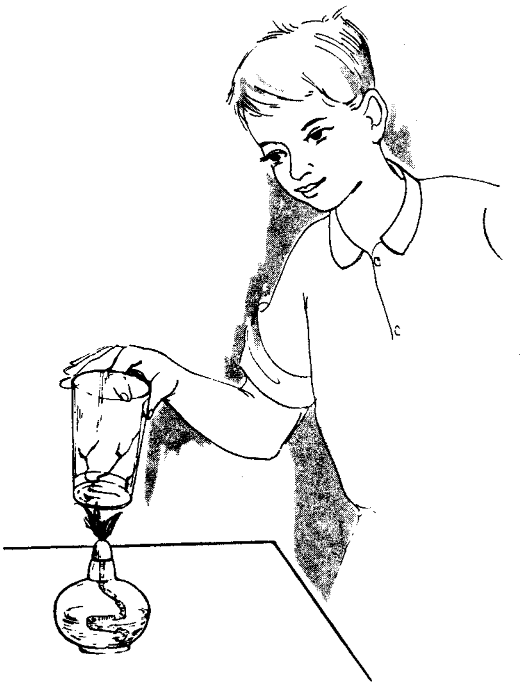
कुछ विद्यार्थियों को रेत और चाक (खड़िया) का चूरा दिखाइए। बच्चों से पूछिए कि ये चीज़ें किस प्रकार के शैल से प्राप्त हुईं।

शैलों का टूटकर छोटे-छोटे कणों में बदलना अपक्षयण कहलाता है। बच्चों से पूछिए कि वे ही बताएँ कि शैल किन तरीकों से टूट-टूट कर छोटे टुकड़ों में बदल जाते हैं और फिर किस प्रकार इनके बारीक-बारीक कण बन जाते हैं। पहले प्रयोग में उन्होंने एक तरीका अपना कर देखा है। यह क्या था? एक दूसरे को आपस में रगड़ना। प्रकृति में यह रगड़ कैसे पैदा होती है? कुछ बच्चे कहेंगे कि शैल ऊपर से गिरने पर टूट सकते हैं। गुरुत्वाकर्षण के कारण वे गिरते हैं। नीचे के प्रयोग से बच्चों को प्रकृति में टूटने की कुछ और नई विधियों का पता चलेगा।

कक्षा निदर्शन

कई बार काँच की चीज़ गर्म होने पर चटक क्यों जाती है?

आवश्यक सामग्री
काँच का गिलास या चीनी मिट्टी की प्याली, धातु का गिलास, लैम्प



एक मोटे काँच का गिलास या चीनी मिट्टी की साधारण प्याली मँगवाइए और उसे आग पर तपाइए। कुछ देर बाद बच्चे देखेंगे कि गिलास या प्याली चटक जाएगी (देखिए चित्र 3.8)। विद्यार्थियों को इस बात पर विचार करने के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि बर्तन कैसे चटका। इसी प्रकार गर्म करने पर धातु का बर्तन क्यों नहीं चटकता? बच्चों को यह समझने में सहायता कीजिए कि ऐसा क्यों होता है। काँच का बर्तन बाहर से काफ़ी गर्म पर भीतर से मामूली

चित्र 3-8 क
काँच का बर्तन सीधे आग पर गर्म करने से चटक सकता है क्योंकि :
(क) यह गर्मी का अच्छा चालक नहीं।
(ख) काँच की भिन्न-भिन्न परतें एक समान गर्म नहीं हो पातीं।
(ग) काँच के विभिन्न भागों में विकृति उत्पन्न हो जाती है।

गर्म होता है (काँच गर्मी का मंद चालक है)। काँच की बाहर की परत गर्मी से बढ़ गई पर भीतरी परतें अपनी पहली ही स्थिति में रहीं। इसके कारण काँच की विभिन्न परतों में विकृति उत्पन्न हो गई और उससे वह चटक गया।

चित्र 3-8 ख
धातु का बर्तन गर्म होने पर भी नहीं चटकता।

बच्चों से पूछिए कि कई बार काँच के गिलास में अचानक बर्फ़ डालने से गिलास क्यों टूट जाता है। ऐसा होने पर भीतरी परतें ठंडी होकर एकदम सिकुड़ती हैं। किन्तु काँच के गिलास की बाहरी परतें नहीं सिकुड़तीं और इस प्रकार परतों में एक विकृति उत्पन्न हो जाती है। बस इसी कारण गिलास चटक जाता है।

ऊपर के प्रयोग में दिखाया गया है कि काँच के गर्म होने पर उसकी विभिन्न परतों में विकृति उत्पन्न हो जाती है। इसी प्रकार शैल भी टूटते हैं क्योंकि उनके बाहरी भाग अधिक गर्मी पाकर अधिक बढ़ते या फैलते हैं और भीतर के भाग कम गर्मी पाने के कारण कम फैलते हैं।

तापमान के परिवर्तन के कारण शैलों में दरारें पड़ जाती हैं और इनमें पानी के जमने से ये और गहरी हो जाती हैं। यह बात नीचे लिखे प्रयोगों से बच्चों को स्पष्ट की जा सकती है।

अन्वेषण

हिमन के दौरान पानी के प्रसार से बोतल चटक क्यों जाती है

आवश्यक सामग्री
कसे ढक्कन वाली बोतल, बर्फ़, नमक

किसी बच्चे को बुलाकर उससे एक बोतल में ऊपर तक पानी भरने को कहिए और फिर कसकर ढक्कन लगवा दीजिए। बोतल को तौलिए में लपेट कर उसे ठंडा कीजिए। ठंडा करने का काम नमक और बर्फ़ के मिश्रण से किया जा सकता है। एक और बोतल में पहली बोतल से कुछ कम पानी भरकर ऊपर से ढक्कन लगा दीजिए। इसे भी तौलिया में लपेट कर पहली बोतल के साथ रख दीजिए। जब तापमान काफ़ी

चित्र 3-9
पानी के जमने से बोतल के भीतर जो बल उत्पन्न होता है उससे बोतल चटक सकती है।

नीचे (लगभग 5° सें०) गिर जाए तो बच्चों को दिखाइए कि अभी तक कोई भी बोतल चटकी नहीं है। यह समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि केवल ठंडे होने से ही बोतल नहीं टूटती। अब बोतलों को और ठंडा कीजिए, जिससे कि दोनों का पानी जम जाए। अब बोतलों को निकाल कर तौलिया हटाकर देखिए। बच्चे देखेंगे कि पानी से पूरी तरह भरी बोतल चटक गई है और थोड़ी कम भरी बोतल नहीं चटकी है जैसा कि चित्र 3.9 में दिखाया गया है। बोतल क्यों चटकी ? ऐसा बोतल में पानी के जमने से विकसित हुए दबाव के कारण हुआ। आखिर यह दबाव कैसे बना ? पानी जब जमने लगा तो यह बर्फ़ में बदल गया और फैल गया किन्तु इसके बढ़ने के लिए बोतल में जगह नहीं थी जिससे बोतल टूट गई। दूसरी बोतल में बढ़ने के लिए जगह थी इसी कारण वह टूटी नहीं।

ठंडे देशों में पानी के जो नल खुले रहते हैं उनको ऐसी चीज़ों से लपेट कर रखा जाता है जो गर्मी की मंद चालक होती है। बच्चों से पूछिए कि ऐसा क्यों होता है।

यह तथ्य कि पानी जमकर फैल जाता है बच्चों के इस प्रेक्षण से जोड़ा जा सकता है कि बर्फ़ पानी पर तैरता है। इसका अर्थ यह हुआ कि बर्फ़ पानी से हल्का होता है। बर्फ़ अपने ही भार के पानी की अपेक्षा अधिक आयतन का होता है।

शैल बारंबार दिन में गर्म और रात को ठंडे होते रहते हैं। रात और दिन के इस प्रकार के तापमानों के परिवर्तन से शैलों में दरारें पड़ती जाती हैं। जब इन दरारों में पानी पहुँच कर जम जाता है तो ये और चौड़ी हो जाती हैं और अंत में शैल टूट जाते हैं और फिर इसी प्रकार आगे टूट-टूट कर इनके टुकड़े-टुकड़े हो जाते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

इस उपसंकल्पना में विद्यार्थियों को यह बात और अच्छी तरह समझाने की है कि अपक्षयण से शैलों के छोटे-छोटे टुकड़े कैसे हो जाते हैं। इसके लिए कई प्राकृतिक बल कार्य करते हैं। दो के बारे में तो ऊपर उल्लेख हो ही चुका है। एक यह है कि शैलों की भीतरी और बाहरी परतें गर्म होने पर भिन्न-भिन्न परिमाण में फैलती हैं। सूर्य की धूप से दिन में शैल की बाहरी परत गर्म होती है। शैल पदार्थ गर्मी का अच्छा चालक नहीं होता। इसलिए शैल की भीतरी परतें इतनी गर्म नहीं हो पातीं जितनी बाहर की परतें हो जाती हैं। इसलिए वे उतनी अधिक बढ़ती भी नहीं जितनी बाहर की बढ़ जाती हैं। इस प्रकार शैल की परतों में एक विकृति उत्पन्न हो जाती है जिससे बाहर की परत में दरारें पड़ जाती हैं। रात को ठंडे होने पर भी यही बात होती है भले ही तब दूसरे तरीके से ऐसा होता है। बाहर की परतें गर्मी निकालती हैं और भीतर की परतों की अपेक्षा जल्दी ठंडी हो जाती हैं। इसका परिणाम यह होता है कि बाहर की परतें भीतर की परतों की अपेक्षा ज्यादा सिकुड़ती हैं। इस प्रकार भीतर और बाहर की सिकुड़न में अंतर होने से खिंचाव उत्पन्न हो जाता है, जिसके कारण शैल में और अधिक दरारें पड़ने लगती हैं। इस प्रकार जो छोटी-छोटी दरारें शैलों में पड़ जाती हैं वे चौड़ी भी होने लगती हैं। इन दरारों में जो पानी पहुँच जाता है वह जम भी सकता है। पानी के जमने से वह फैलता है और इससे इतना बल पैदा हो सकता है कि दरारें पहले बढ़ती जाएँ और आखिर में उससे शैल टूट जाएँ।

2 (ख). अपक्षीण शैल अपरदन द्वारा परिवाहित होते हैं।

कभी-कभी मृदा वैसी नहीं होती जैसा उसके नीचे का शैल होता है। इसका कारण यह होता है कि प्रारंभ में अपक्षय होने के बाद शैलों का फिर अपरदन भी होता है जिससे शैल के टुकड़े कहीं से कहीं पहुँच जाते हैं। इसलिए मृदा का उन्हीं शैलों से विघटित होकर बनना आवश्यक नहीं जो इसके नीचे उपस्थित हों। शैलों के टुकड़ों के एक जगह से दूसरी जगह लुढ़कने आदि में ये टूट कर और छोटे होते चले जाते हैं।

यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं जिनसे यह पता चलेगा कि हवा, पानी और गतिमान बर्फ़ के कारण मृदा का मिश्रण कैसे चलता रहता है।

अन्वेषण	शैल चूर्ण साधारण मृदा से कैसे भिन्न होता है ?	आवश्यक सामग्री शैल, कागज़, मिट्टी

दो शैल लेकर उनके खुरदरे पृष्ठों को आपस में रगड़िए। नीचे सफ़ेद कागज़ रख लीजिए ताकि रगड़ने से जो चूरा गिरे वह इसमें जमा हो जाए। इस प्रकार कागज़ पर छोटे-छोटे कण इकट्ठे हो जाएँगे। बच्चों से रगड़े हुए टुकड़ों की सतहों को स्पर्श कराइए, वे चिकने हो गए हैं। अब देखिए कि ये मृदा से किस प्रकार भिन्न हैं? इनमें कोई जैव पदार्थ नहीं होता।

शैलों के रगड़ने से मृदा से मिलता-जुलता चूर्ण बनता है। अब विद्यार्थियों को ही इस समस्या का समाधान करने दीजिए : "प्रकृति में शैलों को कौन रगड़ता है ?" उनसे ही इसका जवाब माँगिए। उनसे पूछिए कि क्या उनमें से किसी ने कोई पहाड़ी नदी देखी है। पहाड़ी नदियों के किनारे शैलों के जो टुकड़े या जो पत्थर मिलते हैं वे अन्य स्थानों पर मिलनेवाले शैल-नमूनों से किस बात में भिन्न होते हैं ? (वे चिकने और कुछ गोल होते हैं) इस विचार को समझाने में ये प्रयोग सहायक होंगे।

अन्वेषण

बहता हुआ पानी किस प्रकार शैलों के विघटन में सहायता करता है ?

यदि संभव हो तो कोई पहाड़ी नदी देखने जाइए। नहीं तो बहुत से पत्थर इकट्ठे करके और उन्हें खड़े ढाल की तरह रखकर कक्षा में ही पहाड़ी नदी की जैसी स्थिति पैदा कीजिए। छोटी-छोटी गुटिकाएँ सबसे ऊपर की ओर रखिए (ताकि ये तेज़ी से बहनेवाले पानी के साथ बहती दिखाई जा सकें)। अब ऊँचाई की तरफ से जोर से पानी छोड़िए जैसा कि चित्र 3.10 में दिखाया गया है। इस बात की ओर बच्चों का ध्यान खींचिए कि गुटिकाएँ पानी के साथ बहती जा रही हैं। क्योंकि कई गुटिकाएँ पानी के साथ बहती जा रही हैं तो इनका आपस में रगड़ खाना भी ज़रूरी है। साथ ही ये पथरीली तली से भी रगड़ती जा रही हैं।

चित्र 3-10
बहता पानी शैलों के विघटन में सहायक होता है।

बच्चों से इस बात पर विचार करने को कहिए कि सिंचाई की नहर में चिनाई के लिए अनेक शैलों का उपयोग क्यों किया जाता है। इससे पानी के विघटनी बल को क्षीण करने में सहायता मिलती है।

जिस प्रकार बहता पानी अपने साथ पत्थर बहाकर ले जाता है उसी प्रकार हवा के तेज़ तूफ़ान या झोंके से रेत भी उड़ाकर ले जाई जा सकती है। इस बात को समझने में नीचे के प्रयोग से बड़ी मदद मिलेगी।

अन्वेषण

शैलों के विघटन में हवाएँ कैसे सहायक होती हैं ?

आवश्यक सामग्री
पंखा, शैल, रेत

एक काग़ज़ पर कुछ रेत और विभिन्न साइज़ के कुछ शैल रखिए। काग़ज़ के सिरे के पास एक बड़ा-सा पत्थर रख दीजिए। अब काग़ज़ के दूसरे सिरे की ओर से बिजली या हाथ का पंखा चलाइए—पहले हल्के-हल्के और फिर ज़ोर से। बच्चों को यह देखने को कहिए कि मंद हवा किस प्रकार बड़े शैलों से टकराती है और इसके साथ-साथ उड़ते हुए रेत के कण भी किस प्रकार शैलों से रगड़ते हैं। चित्र 3.11 को देखिए। यदि हवा और भी तेज़ हो तो उससे पथरियाँ भी इधर-उधर हो सकती हैं और इसमें वे आपस में या अपने

चित्र 3-11
हवा से रेत उड़ती है और शैलों के घिसने में इससे सहायता मिलती है।

मार्ग में आनेवाले शैलों से रगड़ खा सकती हैं।
सावधानी : ध्यान रखिए कि बच्चों की आँखों में रेत न पड़ने पाए और पत्थरों के टुकड़ों से उनके शरीर को चोट न लगे।

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे बालुकायुक्त आँधी के समय के अपने या अपने माता-पिता के अनुभव सुनाएँ।

यह दिखाना तो शायद संभव न हो कि बहता या फिसलता हुआ **बर्फ़** किस प्रकार पत्थरों को तोड़ता है और अपने साथ बहाकर ले जाता है। फिर भी नीचे दिया हुआ प्रयोग लाभदायक सिद्ध होगा।

चर्चा | **हिम-संचलन शैलों के विघटन में कैसे सहायक होता है ?**

विद्यार्थियों को किसी पर्वतारोही दल का हाल सुनाइए। इस विषय के कुछ चित्र भी बच्चों को दिखाइए। इसका उद्देश्य बच्चों को यह समझाना है कि कुछ ऐसे भी स्थान होते हैं जो इतने ठंडे होते हैं कि वहाँ पानी बर्फ़ की शक्ल में ही रहता है। पहाड़ों पर बर्फ़ पड़ने के चित्र भी बच्चों को दिखाए जा सकते हैं।

जब बच्चे इस बात को भली भाँति समझ जाएँ कि वास्तव में ऐसी जगहें होती हैं जहाँ बड़े-बड़े हिम-पिंड होते हैं तो उनसे पूछिए कि यदि किसी ढाल पर भारी मात्रा में बर्फ़ का ढेर जम जाए तो क्या होगा। तो यह नीचे को ही फिसलेगा। पानी के बहने की तरह बर्फ़ के फिसलने से भी पत्थर आपस में रगड़ेंगे और रगड़कर टूटेंगे।

विद्यार्थियों को अंग्रेजी के 'यू' (U) की शक्ल की घाटियाँ दिखाइए। ये घाटियाँ पहले अंग्रेजी के 'वी' (V) की शक्ल की थीं परंतु हिमनदी के बहाव के ज़ोर से ये नीचे से गोल हो गईं।

अच्छी तरह समझने के लिए

शुरू में शैलों में दरारें शीतलन और तापन के एकांतरण से पैदा होती हैं। फिर दरारों में पानी पहुँचता है। यदि यह जम जाता है तो इससे दरारें और गहरी हो जाती हैं। इस प्रकार आधार शैल के वे भाग उससे अलग हो जाते हैं जो खुले वायुमंडल में निकले रहते हैं। ऊपर जिस प्रकार के प्रभाव के बारे में बताया गया है वह 'अपक्षयण' कहलाता है।

अपक्षयण में सूर्य का बहुत बड़ा हाथ रहता है क्योंकि धूप से दिन में शैल गर्म हो जाते हैं। गर्म शैल रात में अपने चारों ओर गर्मी छोड़ते हैं। पानी और बर्फ़, अपक्षयण के अन्य महत्त्वपूर्ण साधन हैं। अपक्षयण केवल वायुमंडलीय कारकों द्वारा शैलों के विघटन तक ही सीमित है।

अपक्षयण से शैलों के जो टुकड़े अलग-अलग हो जाते हैं वे 'अपरदन' के प्रक्रम द्वारा इधर-उधर बिखेर दिए जाते हैं। अपरदन के तीन साधन हैं : बहती हवा, बहता पानी और बहता और फिसलता बर्फ़। इन तीनों की गति से पत्थर एक स्थान से दूसरे स्थान पर पहुँच जाते हैं। जब हवा से उड़ाकर लाई हुई रेत या बर्फ़ चट्टानों से रगड़ता है तो ये धीरे-धीरे घिसती जाती हैं। चट्टानों या शैलों का इस प्रकार घिसना भी 'अपरदन' के प्रक्रम में शामिल है।

अपरदन, अपक्षयण से भिन्न है। जबकि अपक्षयण से केवल एक निश्चित स्थान पर ही शैल का विघटन या क्षय होता है, अपरदन द्वारा शैल टूटते भी हैं और इनके खंड एक स्थान से दूसरे स्थान तक बहाकर ले जाए जाते हैं। इस प्रकार अपक्षयण एक स्थैतिक क्रिया है और अपरदन एक गतिक क्रिया है। पृथ्वी का पृष्ठ अपक्षयण और अपरदन के कारण निरंतर बदलता रहता है।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

वैज्ञानिक किस प्रकार के प्रश्न पूछते हैं ?

आप जान चुके हैं कि शैल और मृदाएँ बहुत प्रकार की होती हैं। यह ज्ञान हमारे लिए बड़ा उपयोगी है क्योंकि हम उनसे विविध लाभ उठा सकते हैं। ऐसा लगता है कि संसार ऐसी वस्तुओं से भरा पड़ा है, जिनमें बड़ी विविधता पाई जाती है।

विविधता के इस बाहुल्य को देखकर इस पर आश्चर्य करना एक बात है। आपके किसी मित्र ने यदि भाँति-भाँति के शैल और मृदाएँ इकट्ठी कर रखी हैं तो उनके सुंदर एवं विविध रूप-रंग और आकार-प्रकार को सराहना और अपने मित्र की प्रशंसा करना एक बात है। किन्तु इस बात को सोचना दूसरी बात है कि आखिर इतनी अधिक और अनंत विविधता क्यों है। पहली बात के बारे में आप प्रशंसा से आगे नहीं सोचते। दूसरी स्थिति में आपकी जिज्ञासा बनी रहती है।

जहाँ तक जिज्ञासा और उत्सुकता का प्रश्न है वहाँ तक वैज्ञानिक सामान्य मनुष्यों और बच्चों की तरह ही होते हैं। वे केवल अपने देखे-सुने पर आश्चर्य करके ही नहीं रह जाते बल्कि ऐसा क्यों है इसके भी पीछे पड़े रहते हैं। वे अपने ही प्रश्नों का स्वयं उत्तर भी देते हैं। ये उत्तर ऐसे होते हैं कि परीक्षणों द्वारा उनकी जाँच की जा सकती है।

आइए हम भी अब इस प्रकार की जिज्ञासा से आरंभ करते हैं कि जगह-जगह की मृदाएँ अलग-अलग क्यों होती हैं। इस भिन्नता का कोई न कोई कारण अवश्य होना चाहिए। वैज्ञानिक इस कारण को ढूँढ़ने से पहले इस भिन्नता का विश्लेषण करना शुरू करते हैं। वे अपने से ही प्रश्न करेंगे कि यदि मृदाएँ भिन्न होती हैं तो वे किस बात में भिन्न होती हैं।

आपने मृदा के नमूनों का किस प्रकार विश्लेषण किया ? उन्हें आपने पानी में घोला और फिर पानी को

ठहरने दिया। वैज्ञानिक भी इसी प्रकार प्रायोगिक आँकड़े (डेटा) एकत्र करता है। मृदां के बहुत से नमूनों का विश्लेषण किया जाता है। अंत में वह सोचता है कि मृदाओं का एक भेद इसके अवयवों के आधार पर अर्थात् रेत, मृत्तिका और जैव पदार्थ के आधार पर होता है।

अब वैज्ञानिक का प्रश्न बदल जाता है। वह यह पूछने की बजाए कि 'मृदाएँ क्यों भिन्न होती हैं,' अब पूछता है कि कुछ मृदाओं में रेत की मात्रा (या मृत्तिका और जैव पदार्थ की मात्रा) दूसरी मृदाओं की अपेक्षा अधिक क्यों रहती हैं?

वैज्ञानिक किस प्रकार काम करता है यह इस बात का उदाहरण है कि वह अपने चारों ओर की चीज़ों के बारे में जानने को सदा उत्सुक रहता है। उसकी यह जिज्ञासा ही किसी ऐसे प्रश्न का रूप ले लेती है, जो कहीं न कहीं, किसी न किसी कर्म या प्रयोग की ओर प्रवृत्त करती है। पहले यह कर्म बौद्धिक होता है। अपने पिछले ज्ञान के आधार पर वह अपने प्रश्न के उत्तर में कोई उपयुक्त विचार स्थिर करता है। उसका उत्तर किस प्रकार का हो इस बारे में उसका विचार केवल अंदाज़ मात्र नहीं होता। वैज्ञानिक इसे परिकल्पना कहते हैं।

कोरे अंदाज़ और परिकल्पना में अंतर केवल इतना है कि परिकल्पना की परीक्षा हो सकती है। कई बार एक ही प्रश्न के संभाव्य उत्तरों के रूप में कई परिकल्पनाएँ सामने आती हैं। अच्छी परिकल्पना वही है, जिसकी परीक्षा हो सके, जो प्रयोग या प्रेक्षण द्वारा सही या ग़लत साबित हो सके। इस प्रकार उस परिकल्पना के सिवा जो सबसे सही लगती हो बाकी सब छोड़ दी जाती हैं। इतना ही नहीं एक अच्छी परिकल्पना आगे अधिक प्रश्नों, विचारों और नए प्रयोगों को जन्म देती है। हाँ, तो वैज्ञानिक के काम में बड़े साहस की आवश्यकता है। आप स्वयं ऐसा कर देखिए और फिर इसका आनंद लीजिए।

इकाई 3

शैल, मिट्टी और खनिज

चौथी कक्षा

सामान्य दृष्टि

बच्चे अब तक समझ चुके हैं कि शैल और मृदाएँ भिन्न-भिन्न प्रकार की होती हैं। वे यह भी देख चुके हैं कि शैलों से कितनी भिन्न-भिन्न किस्म की मृदाएँ विच्छेदन और संचलन द्वारा बनती हैं। मृदा जब एक बार बन जाती है तो वह स्थिर अवस्था में नहीं रहती। शैल मृदा में बदल जाते हैं और मृदाएँ विविध रूप धारण करती रहती हैं। इस कक्षा में इनका अध्ययन उन्हीं मृदाओं तक सीमित रह सकता है जो आपके क्षेत्र में पाई जाती हैं। यहाँ लिखे हुए प्रश्नों से किसी एक क्षेत्र की दृष्टि से चार प्रमुख संकल्पनाओं का स्पष्ट रूप से महत्त्व है : क्या किसी विशेष स्थान पर अलग-अलग गहराई पर अलग-अलग किस्म की मृदा पाई जाती है ? जब पानी मृदा के ऊपर से बहता है तो उस में क्या परिवर्तन होता है ? और जब हवा बहती है तो इसमें क्या परिवर्तन होता है ? मिट्टी में होनेवाले जिन परिवर्तनों के बारे में ऊपर चर्चा की गई है उन्हें उन जीवित वस्तुओं के संदर्भ में देखना होगा जो मृदा पर निर्भर करती हैं। अपरदन और इसकी रोकथाम (भूमि संरक्षण), बहुत कुछ सामाजिक समस्याएँ हैं। किसी भी स्थान की दौलत या संपत्ति बहुत हद तक वहाँ की मृदा (मिट्टी) है। मृदा में पौधे, वनस्पतियाँ उगती हैं। जीवधारी वनस्पति को खाकर जीते हैं। मनुष्य के जीवन के लिए प्राणियों और वनस्पति दोनों की आवश्यकता होती है। खेती मृदा पर निर्भर करती है। मकान, सड़कें, कुएँ आदि सभी कुछ बनाने के लिए किसी न किसी रूप में मिट्टी अवश्य चाहिए।

अपरदन इस प्रकार एक सामाजिक समस्या है। मनुष्य हमेशा अपरदन को रोकने का प्रयत्न करता है और अपने आसपास की भूमि का संरक्षण करता है। इस इकाई की दूसरी और तीसरी प्रमुख संकल्पनाएँ, बहते पानी और बहती हवाओं से अपरदन कैसे होता है इससे संबंध रखती हैं। चौथी प्रमुख संकल्पना में अपरदन को कम करने और मृदा-संरक्षण करने के तरीकों पर विचार किया गया है। अध्यापकों को बच्चों की इस बात में सहायता करनी चाहिए कि वे अपने अपरदन संबंधी ज्ञान द्वारा भूमि को कटने से रोकने और भूमि की रक्षा करने के तरीके सोचें। फिर वे अपरदन के कारणों की प्रबलता पर नियंत्रण कर उसके असर को भी कम करना सीख सकेंगे।

इस इकाई का एक मुख्य विचार यह है कि परिवर्तन प्रकृति की सतत गतिशीलता की ही एक सामान्य स्थिति है। इस संसार में कोई वस्तु स्थिर नहीं। शैल या चट्टानों का अपक्षयण और अपरदन होता है जिससे भूमि के ऊपर मृदा की परत बिछ जाती है। बहता हुआ पानी मिट्टी को अपने साथ कहाँ से कहाँ ले जाता है। पानी भूमि पर बहने के अलावा इसमें समाता भी है और इस प्रकार ऊपर की मिट्टी के किन्हीं अवयवों को अपने साथ आंतर्भौम मिट्टी तक ले जाता है। जल, पवन और बर्फ़ के अलावा पौधे और जीव भी मिट्टी में परिवर्तन का कारण होते हैं।

यद्यपि परिवर्तन प्रकृति का नियम है परंतु मनुष्य को इन परिवर्तनों को एकदम पत्थर की लकीर नहीं समझना चाहिए। मनुष्य ने प्रकृति के परिवर्तनों पर नियंत्रण रखने की कोशिश की है और वह न्यूनाधिक रूप में सफल भी रहा है। प्रकृति के विरुद्ध उसका यह संघर्ष भूमि-संरक्षण के विविध उपायों पर विचार करके बताया जा सकता है। यह इस इकाई का दूसरा मुख्य विचार है।

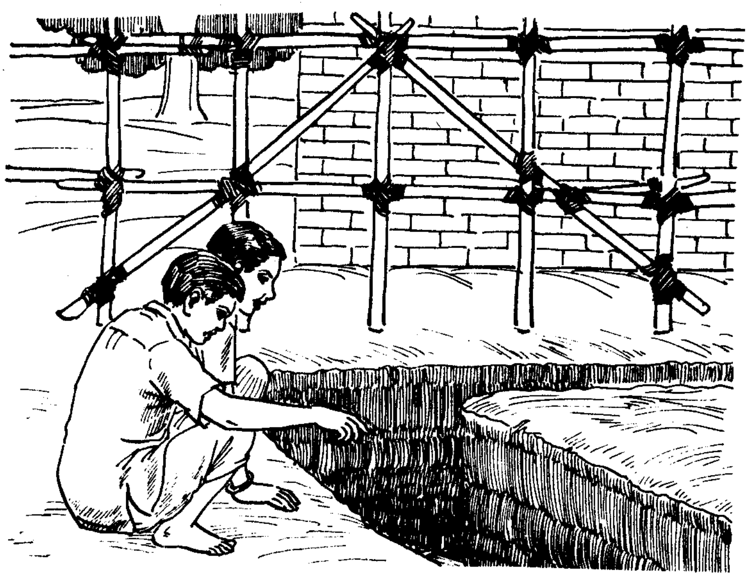
1. मृदा परतों में मिलती है

बच्चे यह जानते हैं कि शैलों में विविधता रहती है और इसी प्रकार मृदाओं में भी। वे इस बात का भी अनुभव कर चुके हैं कि शैल किस प्रकार टूट-टूट कर और अपक्षीण होकर तरह-तरह की मृदा में बदल जाते हैं जो कि भूमि की ऊपरी परत पर भी स्पष्ट दिखाई देती हैं। भिन्न-भिन्न स्थानों की मृदा के नमूनों को देखने की बजाए उन्हें किसी एक स्थान की मृदा को ही ध्यान से देखने को कहिए। इसके पीछे यह विचार है कि वे यह समझें कि मृदा के स्वभाव में भी भिन्नता होती है। मृदा चाहे एक ही स्थान की क्यों न हो, वह अलग-अलग गहराई पर अलग-अलग प्रकार की मिलेगी। यदि मोटे तौर पर कहा जाए तो दो भिन्न परतें मिलेंगी : ऊर्ध्वमृदा और अवमृदा।

1 (क). मृदा की परत ऊर्ध्वमृदा होती है।

कहीं-कहीं पर आधार शैल ऊपर खुला हुआ होता है और कहीं-कहीं पर यह मृदा की परत द्वारा ढका हुआ होता है : बच्चों से पूछिए कि क्या उन्होंने कहीं ऊपर खुला हुआ आधार शैल देखा है (यह पास की कोई पहाड़ी ही हो सकती है)। क्या वे कोई ऐसी जगह का नाम ले सकते हैं जहाँ आधार शैल मृदा से ढका हो ? (वहीं का खेल का मैदान)। मृदा की परत की मोटाई सब जगह एक-सी नहीं होती। जैसे-जैसे आप पृथ्वी में गहरे जाएँगे आपको भिन्न-भिन्न प्रकार की मृदाएँ मिलेंगी। नीचे का प्रयोग इस बात को समझाने में सहायक होगा :

बाहरी प्रेक्षण | **गहराई के साथ-साथ मृदा कैसे बदलती जाती है ?**



चित्र 3-12
भूमि की सतह के पास मिट्टी की निश्चित परतें दिखाई पड़ती हैं।

बच्चों को किसी ऐसी जगह सैर को ले जाइए जहाँ किसी भी काम के लिए मिट्टी खोदी जा रही हो। ऐसी जगह वह हो सकती है जहाँ मकान बन रहा हो (वहाँ जाने का लाभ तब तक है जब तक कि नींव न भरी गई हो) या बच्चों को खुदता कुँआँ दिखाने ले जाइए। बच्चों को दिखाइए कि गहराई के साथ-साथ मृदा की परतें कैसी बदलती जा रही हैं। जैसा कि चित्र 3.12 में है उन्हें कम से कम दो तरह की परतें अवश्य दिखाइए। ऊर्ध्वमृदा प्रायः गहरे रंग की होती है और इसमें घास की जड़ें घुसी रहती हैं जबकि अवमृदा में जैव पदार्थ प्रायः नहीं रहते।

बच्चों को कहिए कि अपने आसपास के कुछ चुने हुए स्थानों की ऊर्ध्वमृदा की परत की मोटाई नापें।

मृदा की ऊपरी परत ही ऊर्ध्वमृदा कहलाती है। इसकी परत की मोटाई स्थान-स्थान पर भिन्न-भिन्न होती है। ऊर्ध्वमृदा में ही पौधे उगते हैं। इसी में जैव पदार्थ (सड़ते पत्ते और पौधे) होते हैं और इस कारण इसका रंग गहरा होता है। इसी में जड़ें फैलती हैं और वे अपने पोषक तत्त्व यहीं से प्राप्त करती हैं।

1 (ख). मृदा (मिट्टी) की निचली परत अवमृदा होती है।

पहली सैर में बच्चों ने देखा कि मृदा परतों में मिलती है। उन्होंने यह भी देखा कि ऊपरी परत या ऊर्ध्वमृदा में जैव पदार्थ होते हैं और यह गहरे रंग की होती है। यहाँ उन्हें मृदा की भीतरी परतों की कुछ विशेषताएँ देखने का अवसर मिलेगा।

बाहरी प्रेक्षण

मृदा की निचली परतें कितनी संहत होती हैं?

बच्चों को फिर किसी ऐसे स्थान पर घुमाने ले जाइए जहाँ खुदाई हो रही हो। यदि ऐसी कोई जगह न मिले तो बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे गहराई के साथ मृदा की परतों में अंतर पड़ने के बारे में खुद जानकारी प्राप्त करें। उन्हें पता चलेगा कि ज्यों-ज्यों गहराई बढ़ती जाती है त्यों-त्यों खुदाई कठिन होती जाती है जैसा कि चित्र 3.13 में दिखाया गया है। वे देखेंगे कि निचली परतें अधिकाधिक संहत होती हैं और उनमें अधिक जैव पदार्थ जैसे कि सड़ते पत्ते आदि नहीं होते। मृदा की यही परत अवमृदा कहलाती है।

चित्र 3-13
मृदा की निचली परतें अधिक संहत होती हैं और उनका खोदना कठिन होता है।

बच्चों को इस बात के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे ऊर्ध्वमृदा और अवमृदा हाथ में लेकर देखें। उनसे पूछिए कि दोनों के रंग, गंध या स्पर्श में उन्हें क्या अंतर लगा।

अच्छी तरह समझने के लिए

मृदा की परतों के अनावरण को मृदा प्रोफ़ाइल कहते हैं। भिन्न-भिन्न परतों को मृदा होराइज़न कहते हैं। ऊपरी परत को ऊर्ध्वमृदा या 'होराइज़न A कहते हैं। मृदा की इसी परत को जोत कर फ़सल बोई जाती है। इसकी मोटाई भी भिन्न-भिन्न जगह भिन्न-भिन्न होती है और 2 सैंटीमीटर से 30 सैंटीमीटर तक होती है। इसमें पौधों और जीवों के कारण जैव पदार्थ काफ़ी रहता है।

बरसात में पानी बरस कर जब ऊर्ध्वमृदा में समा जाता है तो यह काफ़ी नम हो जाती है। ऊर्ध्वमृदा के घुलनशील पदार्थ नीचे की ओर जानेवाले पानी में घुल जाते हैं और ये नीचे अवमृदा की निचली परत तक पहुँच जाते हैं। इस क्रिया को निक्षालन कहते हैं।

अवमृदा को 'होराइज़न B' कहते हैं। अवमृदा के नीचे स्थिति शैल पदार्थ को 'होराइज़न C' कहते हैं। मृदा प्रोफ़ाइल में ये तीनों होराइज़न हमेशा दिखाई नहीं पड़ते। ऊर्ध्वमृदा और अवमृदा की परतों की आपेक्षिक मोटाई भी बहुत भिन्न-भिन्न होती है।

2. वर्षा और नदियों से मिट्टी (मृदा) बह जाती है

बच्चे देख चुके हैं कि मृदा की परतें होती हैं। अब उन्हें समझाया जाएगा कि मृदा एक जगह से दूसरी जगह कैसे पहुँच जाती है। इस अनुभाग में इस बात पर विचार किया जाएगा कि मृदा को एक जगह से दूसरी जगह ले जाने के लिए पानी भी एक साधन है।

2 (क). वर्षा या नदियों द्वारा जो मिट्टी बहाकर ले जाई जाती है वह अन्यत्र निक्षेपित हो जाती है

इस संसार में शायद ही कोई वस्तु स्थिर हो। इस बात को और समझाने के लिए बच्चों को 'वायु, जल और मौसम' तथा 'हमारा ब्रह्मांड' इकाइयों का भी हवाला दिया जा सकता है। वे सूर्य, चंद्रमा, पृथ्वी, वायु और जल की गतियों के बारे में जो कुछ जानते हैं, उन्हें उसकी चर्चा करने दीजिए।

मिट्टी भी एक स्थान से दूसरे स्थान को हटती रहती है। विभिन्न भौतिक कारकों के प्रभाव से ही ऐसा होता है। इनमें पानी सबसे महत्त्वपूर्ण है। नीचे लिखे प्रयोगों से बच्चों को यह बात अच्छी तरह समझाई जा सकती है।

चर्चा | **वर्षा के पानी से मृदा कैसे निक्षालित हो जाती है ?**

यह प्रयोग वर्षा के दिन करना अच्छा रहेगा। यदि ऐसा न हो सके तो बच्चों को स्मृति के आधार पर उत्तर देने को कहिए। कुछ अच्छे प्रश्न ये हो सकते हैं : किसी बर्तन में वर्षा का जो जल इकट्ठा होता है वह भूमि पर या किसी गढ़े में जमा जल से किस बात में भिन्न होता है ? गड्ढे या भूमि का पानी दूसरे पानी से भिन्न रंग का क्यों होता है ? इनमें से दोनों का एक-एक नमूना लेकर दो बर्तनों में रखिए ? एक बर्तन में नीचे कुछ बैठ जाता है पर दूसरे में ऐसा क्यों नहीं होता ?

कुछ पंकिल जल लेकर इसे कपड़े से छानने में बच्चों की मदद कीजिए। उनसे कहिए कि छने हुए द्रव को वाष्पन करके सुखाएँ। सूखने पर नीचे कुछ अवशिष्ट रह जाएगा। इससे यह पता चलता है कि पानी में मृदा के कुछ पदार्थ घुल जाते हैं।

जब वर्षा का जल भूमि पर पड़ता है तो यह मृदा को ढीला कर देता है और गँदला हो जाता है। बहते हुए पानी के साथ में जो मृदा और दूसरे पदार्थ बहकर जाते हैं वे अवसाद कहलाते हैं। जब तक पानी जोर से बहता रहता है तब तक तो ये चीजें उसके साथ ही बहती चली जाती हैं किन्तु जब पानी धीमे बहने लगता है या रुक जाता है तो ये नीचे बैठ जाती हैं। बच्चों को दिखाया जा सकता है (या उन्हें अपना अनुभव याद करने को कहा जा सकता है) कि वर्षा के बाद कोलतार की पक्की सड़कों पर या घर के पक्के आँगन में किस प्रकार मिट्टी जमा हो जाती है।

बाहरी प्रेक्षण

अवसाद कैसे निक्षेपित होता है ?

आवश्यक सामग्री
एक कड़ाह

बच्चों को मैदानों में बहनेवाली किसी नदी या चश्मे के किनारे ले जाइए। उन्हें यह देखने में मदद दीजिए कि नदी के बहते हुए पानी के साथ किस प्रकार अवसाद बहा जा रहा है। बच्चों को यह बताना चाहिए कि जहाँ भी पानी थोड़ा धीरे बहता है वहाँ बहुत-सा अवसाद नीचे बैठ जाता है। उनसे कहिए कि कड़ाह लेकर उसे बहते पानी की सतह से नीचे पकड़ कर रखें और पाँच मिनट बाद बाहर निकाल लें। बाहर निकालने पर वे देखेंगे कि बर्तन में मृदा निक्षेपित हो गई है।

इस बात पर बच्चों से चर्चा कीजिए कि बरसात में नदी का पानी जाड़ों की अपेक्षा गँदला क्यों रहता है।

किन्तु बहते पानी का मृदा को अपने साथ बहाकर ले जाना ही सब कुछ नहीं है। इसका एक और पक्ष भी है--वह है अवसाद का निक्षेपण। बहते पानी के साथ अनंत रूप से मृदा का बहते चला जाना संभव नहीं। कभी न कभी तो यह नीचे बैठेगी और निक्षेपित होगी ही, जो कि पानी के बहाव पर निर्भर करता है। यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग बताए जा रहे हैं, जिनसे बच्चों को इस विचार को ग्रहण करने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण

पानी की धीमी गति और कणों का भारीपन अवसादन में कैसे सहायक होता है ?

आवश्यक सामग्री
काँच का जार, रेत, मृदा

एक मुट्ठी रेत या मृदा लेकर पानी से लगभग भरे हुए काँच के जार में डालिए। पानी को काफ़ी ज़ोर से चलाइए जिससे रेत या मृदा पानी में मिलकर घूमती रहे। जैसे-जैसे पानी की गति मंद पड़ेगी मृदा या रेत नीचे बैठना शुरू कर देगी जैसा कि नीचे दिखाया गया है। बच्चों को यह समझने में सहायता कीजिए

चित्र 3-14 क

चित्र 3-14 ख

ठहरे हुए पानी में चलते हुए पानी की अपेक्षा तलछट जल्दी बैठती है।

कि पानी की गति जितनी कम होगी अवसाद उतनी ही जल्दी नीचे बैठेगा। वे यह भी देखेंगे कि बड़े-बड़े कण तेज़ी से नीचे बैठेंगे और बारीक-बारीक कणों को बैठने में घंटों का समय लगेगा।

अच्छी तरह समझने के लिए

शैल टूट-टूट कर तथा विघटित होकर मृदा का रूप ले लेते हैं। इस प्रक्रम को 'अपक्षयण' कहते हैं। प्रकृति में यह कार्य अनेक कारकों द्वारा किया जाता है। मृदा जहाँ बनती है वहाँ तो शायद ही कभी टिक पाती हो। हवा और पानी उसे एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाते हैं। इसे अपरदन कहते हैं। मृदा या मिट्टी मनुष्य समाज की बहुत बड़ी संपदा है क्योंकि फ़सलें भूमि में ही उगती और बढ़ती हैं। अपरदन से मनुष्य समुदाय की बहुत सी संपदा नष्ट हो जाती है। इसलिए भूमि का संरक्षण सब लोगों के लिए बहुत महत्व रखता है।

2 (ख). नदियों द्वारा निक्षेपित मृदा (मिट्टी) उर्वर होती है

बच्चे यह देख चुके हैं कि पानी मृदा को किस प्रकार एक स्थान से दूसरे स्थान पर पहुँचा देता है। वे यह भी जानते हैं कि मृदा दूसरे स्थानों पर निक्षेपित हो जाती है। जब नदी समुद्र के पास पहुँचती है तो यह बहुत मंद गति से बहने लगती है और क्योंकि यह धीरे-धीरे बहती है इसलिए यह बहुत सी मृदा जमा करती जाती है। (देखिए इसी इकाई के चित्र 2 (क) के अंतर्गत प्रयोग)। वह भू भाग जहाँ नदी समुद्र में मिलती है नदी का डेल्टा कहलाता है। नदियों के द्वारा जो मृदा बहाकर लाई जाती है उसकी समृद्धि या उर्वरता के बारे में नीचे के प्रयोगों से बच्चों को कुछ अंदाज हो सकता है।

चर्चा

नदियों द्वारा निक्षेपित मृदा कितनी उर्वर होती है ?

आवश्यक सामग्री
नदी किनारे के जंगलों के चित्र

बच्चों को ऐसे चित्र दिखाइए, जिनमें नदी के किनारे के जंगल तथा किसी रेगिस्तान की झाड़ियाँ उगी दिखाई गई हों। अब उनसे चर्चा कीजिए कि आखिर नदी के किनारे इतने अधिक वृक्ष क्यों उगे हैं ? बाकी रेगिस्तान में ये इतने कम क्यों हैं ? उन्हें यह समझने में मदद दीजिए कि नदी की घाटियों में अच्छी मृदा और पानी दोनों ही चीज़ें मिलती हैं।

प्राचीन काल में जब मनुष्य ने खेती करना सीखा तब बड़े-बड़े नगर नदी-घाटियों में ही विकसित हुए। बच्चों से चर्चा कीजिए कि ऐसा क्यों हुआ।

नदियों द्वारा निक्षेपित मृदा में उर्वरता और समृद्धि अधिक क्यों होती है यह बात समझने में बड़ी सरल है। नदी के पानी में बहुत सी मृदा और जैव पदार्थ बहकर आते हैं। इस प्रकार नदी की जमा की हुई मृदा में बहुत भारी मात्रा में जैव पदार्थ और पौधों का पोषण करनेवाले अन्य तत्त्व होते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

यह तथ्य कि नदियों द्वारा निक्षेपित मृदा में पौधों के पोषक तत्त्व प्रचुरता से होते हैं इस बात को बतलाता है कि नदी-द्रोणियाँ बड़ी उपजाऊ होती हैं। जिन मैदानों में नदियाँ बहती हैं वे बड़े उपजाऊ हैं जैसे कि गंगा और जमुना के मैदान। यही कारण है कि यहाँ प्राचीन सभ्यताओं का जन्म हुआ।

जिस भूमि में एक साल बाढ़ का पानी ख़ूब भर जाता है, उसमें बाढ़ के अगले मौसम में बहुत अच्छी फ़सल होती है। नदी के साथ बहाकर लाई बढ़िया मिट्टी के जमा हो जाने के कारण ही ऐसा होता है।

पहाड़ों की चोटियों को अपरदित कर पानी अपने साथ समृद्ध ऊर्ध्वमृदा बहाकर घाटियों में लाकर जमा करता है। इसी कारण पहाड़ी इलाके बर्बाद होते हैं और घाटियाँ उपजाऊ बन जाती हैं। यदि अपरदन को नहीं रोका जाता तो अवमृदा भी बहकर घाटियों में पहुँच जाती है। यह घाटियों में जमा होकर वहाँ की भूमि की उर्वरता को बिगाड़ देती है।

3. वायु से मिट्टी का अपरदन होता है

केवल बहते पानी से ही मृदा एक जगह से दूसरी जगह नहीं ले जाई जाती। हवाओं से भी मृदा उड़कर एक से दूसरी जगह जा पहुँचती है।

3 (क). हवाओं से अक्सर मृदा (मिट्टी) दूर तक उड़ाई जाती है

अपरदन में पानी का जितना हाथ दिखाई देता है उतना हवाओं का नहीं। हवाओं के अपरदन-प्रभाव को नीचे लिखे प्रयोगों से भली प्रकार समझाया जा सकता है।

चर्चा | **खिड़कियों के शीशे रोज़ साफ़ करना क्यों आवश्यक है ?**

बच्चों से कहिए कि वे अपने कमरों की खिड़कियों के शीशे बाहर की ओर से ख़ूब अच्छी तरह साफ़ करें। दो घंटे बाद उनसे इन साफ़ किए हुए शीशों को ध्यान से देखने को कहें। वे देखेंगे कि शीशों पर फिर गर्द जमा हो गई है। उनसे पूछिए कि वे इस बात के और क्या प्रमाण दे सकते हैं कि वायु में धूल के कण तैरते रहते हैं। बहुत से बच्चे गर्मियों में आनेवाली आँधियों की बात कहेंगे। कुछ यह बताएँगे कि उनकी आँखों में कभी-कभी गर्द पड़ जाती है।

बच्चों से इस बात की चर्चा कीजिए कि संग्रहालयों में रखी वस्तुओं के प्रदर्शन कक्ष को अक्सर सील करके क्यों रखा जाता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

रेगिस्तानों, समुद्र-तटों और ऐसे स्थानों पर जहाँ वनस्पति कम होती है हवा अपरदन का एक महत्त्वपूर्ण कारक होती है।

यद्यपि वायु में धूल कण तो हमेशा ही होते हैं पर जब जोर की हवाएँ चलती हैं तभी वे एक महत्त्वपूर्ण अपरदन-कारक बन जाती हैं। जब हवा वेग से चलती है तो अपने साथ रेत के लघु कणों को उड़ा ले जाती हैं और इस प्रकार वह और भी अधिक अपरदन करती है।

हवाएँ दो प्रकार से काम करती हैं। एक तो ये किसी स्थान से रेत उड़ाकर ले जाती हैं और वहाँ गड्ढा कर देती हैं और दूसरे हवा के वेग से उड़ने वाली रेत दूसरी चीजों की सतहों से टकरा कर उनको घिस या काट डालती है।

3 (ख). हवाएँ मिट्टी को उड़ाकर प्रायः अन्यत्र जमा कर देती हैं।

पानी जिस मृदा को अपने साथ बहाकर ले जाता है, वह पानी की गति मंद होते ही नीचे बैठने लगती है। बच्चों को इस प्रकार के प्रश्नों के उत्तर देने के लिए प्रोत्साहित कीजिए : तेज हवा के साथ जो मृदा उड़कर जाती है, हवा के मंद हो जाने पर उसका क्या होता है? ऊपर के सादृश्य के कारण कुछ बच्चे फ़ौरन कहेंगे कि यह मृदा भी बैठ जाती है। अब उनसे नीचे लिखा प्रयोग करने को कहिए।

अन्वेषण

हवाओं से मिट्टी कैसे जमा होती है?

आवश्यक सामग्री
गत्ते का टुकड़ा, मृदा

चित्र 3-15
हवाओं से मिट्टी उड़कर कहीं-से कहीं पहुँच जाती है।

कोई ऐसी जगह देखिए जहाँ भूमि की ऊर्ध्वमृदा अधिक कड़ी न होकर ढीली या भुरभुरी हो। कुछ छोटे-बड़े पत्थर लेकर इस ढंग से रखिए कि ये हवा को रोकें। अब गत्ते का बड़ा सा टुकड़ा लेकर मिट्टी के

ऊपर पंखे की तरह झलिए। अब बच्चे देखेंगे कि पंखे के पास से मिट्टी के कण उड़ते जा रहे हैं। उनसे पूछिए कि जो स्थान पंखे से दूर हैं वहाँ हवा से उडे मिट्टी के कणों का क्या हो रहा है ? वहाँ हवा की गति कैसी है ? हवा वहाँ धीमी पड़ गई है। बच्चे चित्र 3.15 में देखेंगे कि जहाँ हवा धीमी हो जाती है वहाँ मिट्टी जमा होने लगती है। इसके अलावा वे यह भी देखेंगे कि जो पत्थर हवा रोकने के लिए रखे गए थे उनके किनारे-किनारे काफ़ी मात्रा में मृदा जमा हो गई है।

बच्चों को बताइए कि किस प्रकार हवा से रेत के उड़ने के कारण रेगिस्तान में रेत के टिब्बे बन जाया करते हैं।

अच्छी तरह समझने के लिए

समुद्र-तट या रेगिस्तान में हवाओं द्वारा होनेवाले अपरदन को प्रत्यक्ष रूप मे देखा जा सकता है। कभी-कभी तो ढीली मृदा पूरी तरह साफ़ हो जाती है और आधार शैल दिखाई देने लगता है।

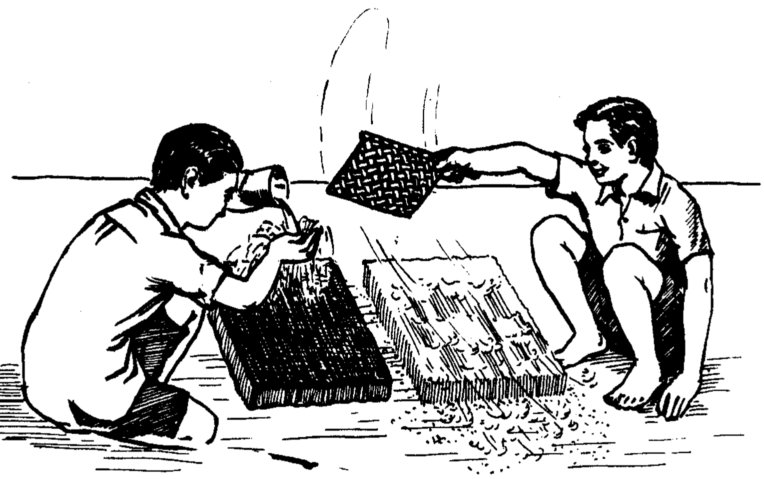
रेगिस्तान में रेत के टिब्बों का बनना और गायब हो जाना एक आम दृश्य है। टीलों का आकार रेत की मात्रा, हवाओं की तेज़ी तथा इसकी दिशा की स्थिरता पर निर्भर करता है। जब हवा की दिशा बदलती है तो टिब्बे भी उड़कर एक जगह से दूसरी जगह पहुँच जाते हैं। अपरदन केवल एक स्थान पर मृदा की हानि और दूसरे स्थान पर इसका लाभ मात्र ही नहीं है। यह दोनों स्थानों के लिए हानिकारक है इसलिए इसे नियंत्रित करना चाहिए। कभी-कभी हवा द्वारा वाहित मृदा पौधों को ढक लेती है। यद्यपि हवा बंद भी हो जाती है तब भी पौधे ढके रहते हैं। ऐसे पौधे प्रायः सूख जाते हैं।

3 (ग). ऊर्ध्वमृदा हवाओं द्वारा आसानी से अपरदित हो जाती है

बच्चे यह देख चुके हैं कि बहते पानी और हवाओं से किस प्रकार अपरदन होता है। अब उन्हें इस बात पर विचार करने दीजिए कि पानी की क्रिया हवा की क्रिया से किस प्रकार भिन्न होती है। नीचे लिखे प्रयोग से उन्हें इस समस्या का हल समझने में मदद मिलेगी।

अन्वेषण	हवा की अपरदन-क्रिया पानी की अपरदन-क्रिया से कैसे भिन्न होती है ?	आवश्यक सामग्री मिट्टी के दो ढेर, पानी, पंखा

मिट्टी की दो तहें जमाइए। ये क़रीब 10–15 सैंटीमीटर मोटी और एक मीटर की वर्गाकार क्यारी जैसी हों। क्यारी की ऊपरी सतह कुछ ढलवां और पोली होनी चाहिए। एक ऊँचे सिरे से क्यारी पर कई मिनट तक पानी छोड़िए और इसे बहते रहने दीजिए। दूसरी क्यारी पर ज़ोर से पंखा झलकर हवा पैदा कीजिए। बच्चों से कहिए कि पानी और हवा, दोनों से होने वाले प्रभाव पर ध्यान दें और दोनों की तुलना करें। हवा से मिट्टी की निचली परत पर कोई असर नहीं पड़ता और यह अछूती रह जाती है। जबकि पानी मिट्टी में नीचे समा जाता है और मिट्टी की परतों को गीला कर देता है। इसी प्रकार ऊपर के घुलनशील लवण पानी के साथ घुल कर मृदा के नीचे की परतों में भी पहुँच जाते हैं। देखिए चित्र 3.16।



चित्र 3-16
पानी मिट्टी में काफ़ी गहराई तक असर करता है पर हवा केवल ऊपरी परतों पर ही असर करती है।

सोते के पानी में एक ख़ास तरह का स्वाद और गंध होती है। बच्चों से इस बारे में चर्चा कीजिए।

हवाएँ ऊर्ध्वमृदा का अपरदन बहुत आसानी से कर डालती हैं किन्तु ये नीचे की परतों तक नहीं पहुँच पातीं। अवमृदा पर तभी असर पड़ता है जबकि ऊर्ध्वमृदा पूरी तरह हट जाए। पर क्योंकि यह एक ठोस होता है इस कारण इसे आसानी से उड़ाकर नहीं ले जाया जा सकता।

4. भूमि संरक्षण बहुत तरीक़ों से होता है। मनुष्य का प्रयत्न प्रत्येक हालत में यही होता है कि वह अपरदन-कारक तत्वों की गति पर नियंत्रण करे।

बच्चे यह देख चुके हैं कि पानी और हवाओं से होनेवाला अपरदन कितना हानिकारक होता है। अपरदन के कारण किसी स्थान की ज़मीन की उर्वर ऊर्ध्वमृदा नष्ट हो जाती है। यदि अन्य स्थानों से भूमि के अपरदन से मिट्टी यहाँ बहकर आ भी जाए, तो भी ऊर्ध्वमृदा और अवमृदा की परतों में वहाँ की वनस्पतियों के साथ जो कोमल संतुलन रहता है, उसमें विघ्न पड़ जाता है। उदाहरण के लिए किसी ऐसे स्थान से (जहाँ की ऊर्ध्वमृदा पहले ही कट गई है) यदि अवमृदा अपरदित होकर दूसरे किसी स्थान की ऊर्ध्वमृदा पर जाकर जमा हो जाए तो भी हानि होगी। इस दूसरे क्षेत्र में पौधे ठीक से नहीं उगेंगे क्योंकि उन्हें जो पोषक तत्त्व उस स्थान की ऊर्ध्वमृदा से मिलते, वे नई मिट्टी के आ जाने के कारण नहीं मिल सकेंगे क्योंकि पौधों की जड़ें नीचे की परत तक नहीं पहुँच पाएँगी। अब बच्चों को यह सुझाव देने के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि वे अपरदन से होनेवाले नुक़सान को रोकने के उपाय सुझाएँ।

पृथ्वी पर पानी और हवाओं को बहने से कोई नहीं रोक

सकता। ज़मीन को अपरदित करने वाले कारकों को भी नहीं रोका जा सकता। मनुष्य यही कर सकता है कि अपरदन-कारकों की गति को मंद कर दे या इनको दूसरी ओर को मोड़ दे या इनके प्रति भूमि में अधिक प्रतिरोध पैदा कर दे। आगे की उपसंकल्पनाओं में इसी विचार को और विकसित किया जाएगा।

मिलती है

नीचे लिखे हुए प्रयोगों से यह दिखाया जा सकता है कि घास उगाने से अपरदन कहाँ तक रोका जा सकता है। इन प्रयोगों में से, पहले प्रयोग में कुछ नियंत्रण स्थापित करने होंगे। इससे आँकड़ों को रिकार्ड करने और उनका अर्थ निकालने का भी अभ्यास होगा।

4 (क). पेड़-पौधों और घास से मृदा-संरक्षण में सहायता

कक्षा प्रायोजना

घास से भूमि संरक्षण कैसे होता है ?

आवश्यक सामग्री
पानी, फ़ालतू पैकिंग की पेटियाँ, बगीचे की मृदा, घास

यह प्रयोग इस बात की तुलनात्मक जानकारी प्राप्त करने के लिए किया जा रहा है कि खुली बिना ढकी मृदा और घास उगी हुई मृदा पर पानी के बहने का क्या-क्या प्रभाव होता है। चित्र 3.17 में जो व्यवस्था दिखाई गई है उस तरह की व्यवस्था इसके लिए ठीक रहेगी। दोनों ढलवाँ सतहों का क्षेत्रफल बराबर-बराबर है, दोनों पर बगीचे की ही मृदा बिछी हुई है। एक क्यारी को यों ही छोड़ दिया गया है और दूसरी पर घास उगाई गई है। दोनों पर प्रतिदिन बराबर-बराबर पानी छोड़ा जाता है। जो पानी बहकर नीचे

चित्र 3-17
घास उगाकर अपरदन को काबू में किया जा सकता है।

पहुँचता है, उसे भी अलग-अलग इकट्ठा करके प्रतिदिन माप लिया जाता है। दोनों प्रकार के पानी की मात्रा और रंग को भी प्रतिदिन नोट कर लिया जाता है। (बिना ढकी क्यारी पर से बहा हुआ पानी गहरे रंग का होगा) इन परिणामों को नीचे दी हुई तालिका में दर्ज किया जाता है।

क्यारी नं०–1 घास वाली

तारीख	छोड़ा गया पानी	बाक़ी बचा पानी	बही हुई मिट्टी

क्यारी नं०–2 बिना घास वाली

तारीख	छोड़ा गया पानी	बाकी बचा	बही हुई मिट्टी

बच्चे यह देखेंगे कि दूसरी क्यारी की अपेक्षा पहली क्यारी से बहकर बचा हुआ पानी मात्रा में कम है और इसमें मृदा भी कम है। घास का उस मृदा से बहुत गहरा संबंध होता है, जिसमें वह उगती है। वह ऊपर से बहनेवाले पानी के पूरे बल को रोकती है और पानी के बहाव को धीमा कर देती है। मिट्टी में घास की जड़ें भी जाल की तरह फैली होती हैं। ये जड़ें मिट्टी को पकडे रखती हैं और बहते हुए पानी से उसकी रक्षा करती हैं। क्यारी के ऊपर से जो पानी बचकर जाता है और उसके साथ जो मिट्टी बहकर जाती है, उसको मापने में समय अवश्य लगेगा किन्तु यह कठिन नहीं होगा। दोनों क्यारियों पर जो पानी डाला जाए और जो बचकर नीचे पहुँचे, उसको किसी छोटे से डिब्बे या टीन से नाप कर दोनों की तुलना की जा सकती है। सिगरेट का ख़ाली डिब्बा या गिलास अच्छा काम दे सकता है। पहली और दूसरी क्यारी के लिए अलग-अलग डिब्बे या बर्तन रख कर उन पर क्यारी का नंबर लिख दीजिए।

बही हुई मिट्टी को नापने का यह तरीक़ा है कि हर क्यारी से बहकर आई हुई मिट्टी को इकट्ठा कर लेना चाहिए और उसी क्यारी के पानी इकट्ठा करने के डिब्बे, गिलास या टीन में डाल देना चाहिए यदि दोनों बर्तनों के गँदले पानी में थोड़ी सी फिटकरी मिला दी जाए तो दोनों नमूनों में मिट्टी जल्दी बैठ जाएगी। मिट्टी बैठ जाने के बाद पानी को निथार लीजिए और बची हुई मिट्टी को सुखाकर तोल लीजिए।

बच्चों से कहिए कि सोडावाटर की बोतलों के ढक्कनों को मृदा की एक तह के ऊपर, किनारों को नीचे करके रख दें। अब ऊपर से पानी छिड़कने पर उन्हें पता चलेगा कि ढक्कनों के नीचे की मिट्टी नहीं बही है। बच्चों को समझाइए कि कुछ इसी प्रकार घास या दूसरी वनस्पति द्वारा मृदा को बहने से रोका जा सकता है।

अध्यापक द्वारा निदर्शन

घास की जड़ें मृदा को बहने से कैसे रोकती हैं?

आवश्यक सामग्री
गिलास, पानी, घास युक्त मृदा

मिट्टी का एक ढेला या पिण्ड लीजिए जिस पर काफ़ी घनी घास लगी हो। इसे दो या तीन बार पानी में डुबोइए। बच्चे इस बात को भली भाँति देख सकते हैं कि घास की जड़ों के जाल ने अभी भी कुछ मिट्टी को पकड़ रखा है।

दूसरे पौधों की जड़ें भी वैसा ही व्यवहार करती हैं जैसा कि घास की जड़ें। वे भी बहने से मृदा की रक्षा करती हैं।

बाहरी प्रेक्षण — **घास की कमी से मृदा किस तरह बह जाती है ?**

बच्चों को कुछ ऐसे खेतों में ले जाइए जहाँ पर सिंचाई की नालियों से फ़सल को पानी दिया जा रहा हो। उन्हें ऐसे स्थलों को ढूँढ़ने दीजिए जहाँ (1) घास ने मृदा को बहने से बचाया है (2) घास की कमी से पानी मिट्टी को बहाकर ले गया है। वहाँ दोनों का अंतर देखने और जो अंतर दिखाई दे उस पर बहस करने को कहिए।

बच्चों से इस बारे में भी विचार विनिमय कीजिए कि गाजर और मूली की चारों ओर की जड़ों को पूरा का पूरा खींचकर बाहर निकालना कितना कठिन होता है।

4 (ख). बाँधों और तटबंधों से भूमि-संरक्षण में सहायता मिलती है

ऐसे क्षेत्र में जहाँ बहुधा बाढ़ें आती हैं, बहते पानी से होने-वाला अपरदन गंभीर समस्या बन जाती है। बच्चों से कहिए कि वे बाढ़ों की समस्या के बारे में विचार करें। भारी वर्षा होने के कारण इतनी अधिक मात्रा में पानी आ जाता है कि सामान्य नालियाँ इसको सँभाल नहीं पातीं। नदियों में पानी इतना भर जाता है कि यह किनारों के ऊपर से बह निकलता है। तेज़ी से बहता हुआ पानी अपने किनारों को अपरदित कर देता है और फिर यह चारों ओर फैल जाता है।

फिर पानी के इस अति-प्लाव को कैसे रोका जाए ? छोटी नदियों, नालों और नालियों के दोनों ओर इतना ऊँचा तट-बंध बना दिया जाना चाहिए कि बरसात के दिनों में इसमें पर्याप्त पानी समा कर बह सके। जिन स्थानों पर जल सीधा किनारे से टकराता है उन स्थानों को हमेशा के लिए मज़बूत और पक्का कर देना चाहिए। इसके लिए ऊपर से पत्थर या कंकरीट की परतें जमाई जा सकती हैं। बाँधों और तटबंधों के संरक्षणात्मक महत्त्व को बच्चे इन प्रयोगों द्वारा समझ सकेंगे।

चर्चा — **जल से होने वाले मृदा के अपरदन को बाँध कैसे रोकते हैं ?**

बच्चों को किसी जल-विद्युत् पावर स्टेशन को दिखाने ले जाइए। उन्हें दिखाइए कि किस तरह ऊँचाई से पानी गिरता है। बच्चों से पूछिए कि बताओ पानी ऊपर से गिरकर बड़ी तेज़ी से बहता है तो इससे भूमि अपरदित होगी या नहीं। उन्हें सोचने दीजिए कि बाँध बनने से पानी का बहाव कैसे रुक जाता है। दोनों ओर ऊँचे और पक्के तट-बंध होने के कारण पानी इधर-उधर नहीं जा सकता और उसे बर्बस कंकरीट के बने हुए रास्ते पर ही बहना पड़ता है।

नोट : यदि पास में कोई जल-विद्युत् पावर स्टेशन न हो तो जो बात आप समझाना चाहते हैं उसके लिए चित्र लेकर बच्चों को दिखाइए।

बरसात में बहुत से घरों की छतों से परनालों के ज़रिए छतों का पानी कुछ ऊँचाई से ज़मीन पर गिरता है। बच्चों से इस बात पर विचार कीजिए कि परनालों से नीचे की ज़मीन अपरदित न हो इसके रोकने के क्या-क्या तरीक़े अपनाए जाते हैं।

बाँध और तट-बंध ऐसे मज़बूत बंध होते हैं जो पानी के बहाव को एक निश्चित मार्ग में बहने देते हैं। एक प्रकार से ये किले की दीवार की तरह हैं, जो आसपास के इलाक़े को अतिप्लावी पानी के बहाव से नष्ट नहीं होने देते।

4 (ग). ढलवाँ भूमि पर सीढ़ियाँ बनाने से मृदा-संरक्षण में सहायता मिलती है।

जब जल ऊँचाई से गिरता है तो इसमें बहुत बल उत्पन्न हो जाता है। जब पानी पहाड़ी ढ़ाल पर बहता है तो जैसे-जैसे यह नीचे की ओर बढ़ता है इसकी गति बहुत तीव्र होती जाती है। नीचे पहुँचते-पहुँचते यह भूमि का अपरदन बुरी तरह से करता है। यदि नीचे बहनेवाले पानी की निरंतर बढ़ती हुई गति को रोका जा सके तो इसकी अपरदनकारी क्रिया को भी कम किया जा सकता है। बच्चों को नीचे लिखे प्रयोग की सहायता से यह बात समझाई जा सकती है।

अन्वेषण

ढालों पर सीढ़ियाँ बनाने से मृदा को अपरदन से कैसे रोका जा सकता है?

आवश्यक सामग्री
फावड़ा, पानी

बच्चों से कहिए कि वे मृदा के दो ढाल तैयार करें। एक ढाल में मृदा को काट कर तीन या चार सीढ़ियाँ बना दीजिए और दूसरे ढाल को ऐसा ही रहने दीजिए। दोनों ढालों पर ऊपर से बराबर-बराबर पानी छोड़िए। अब देखिए कि दोनों ढालों की तली में पानी के बहने के कारण कितने-कितने गहरे गड्ढे बन जाते हैं। चित्र 3.18 देखिए। जिस ढाल पर सीढ़ियाँ नहीं बनाई गई थीं उसकी तली का गड्ढा गहरा क्यों है? यह बात भी ध्यान देने की है कि सीढ़ीदार ढाल पर बहते पानी को ज़मीन में सोखे जाने का अधिक समय मिला। इस कारण उस ढाल की तली में वास्तव में दूसरे ढाल की अपेक्षा थोड़ा ही पानी पहुँचा।

चित्र 3-18
पहाड़ी ढालों पर सीढ़ियाँ बनाकर अपरदन को नियंत्रित किया जा सकता है।

बच्चों को पहाड़ों के सीढ़ीदार खेतों की तस्वीरें दिखाइए। बच्चों से यह भी पूछिए कि मैदानों में सीढ़ीदार खेत क्यों नहीं होते।

– पानी के तीव्र गति से नीचे की ओर बहने और उससे होनेवाले अधिकाधिक अपरदन को रोकने का एक तरीक़ा सीढ़ियाँ बनाना है। मैदानों में एक स्थान से दूसरे स्थान के स्तर में विशेष अंतर नहीं होता इसलिए वहाँ सीढियाँ बनाने की आवश्यकता नहीं होती।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि

भूविज्ञान एक आधुनिक विज्ञान बन गया है

यह तो आप जानते ही हैं कि वैज्ञानिक बड़ी बारीकी से चीज़ों का प्रेक्षण करते हैं और आँकड़ों को एकत्र करने में रुचि रखते हैं। अपने प्रेक्षणों को समझाने के लिए वैज्ञानिक कुछ परिकल्पनाएँ सामने उपस्थित करते हैं जिन्हें वे और अधिक परीक्षण तथा प्रेक्षण द्वारा जाँचते हैं। वैज्ञानिक जानकारी इस प्रकार आगे प्रगति करती जाती है।

हमारे चारों ओर असंख्य प्रकार की वस्तुएँ रहती हैं। आकाश में सूर्य, चंद्रमा और तारे हैं। चारों ओर जल और वायु है। वनस्पति और पशु-पक्षी भी हैं। जिन चीज़ों का हम इस तीसरी इकाई में विचार कर रहे हैं वे हैं शैल मृदाएँ और खनिज। मोटे तौर से ये चीज़ें विज्ञान की एक शाखा के विषय के अंतर्गत हैं जिसे भूविज्ञान कहा जाता है। वह व्यक्ति जो शैलों और उन्हें निर्मित करने वाले खनिजों के बारे में अध्ययन करता है, उसे भूवैज्ञानिक कहते हैं।

आधुनिक अर्थ में भूविज्ञान का अध्ययन लगभग 150 वर्षों से अधिक पुराना नहीं है। सन् 1795 ई० में जेम्स हट्टन ने "थ्योरी आफ़ दि अर्थ विद प्रूफ्स एंड इलस्ट्रेशंस" नामक ग्रंथ प्रकाशित किया। उन्होंने इस पुस्तक में एक बड़ी महत्त्वपूर्ण परिकल्पना प्रस्तुत की। उन्होंने कहा कि 'भूविज्ञान में वर्तमान, भूत की कुंजी है। आजकल पृथ्वी पर जो प्रक्रम चल रहे हैं, भूवैज्ञानिक भूतकाल को जानने के लिए उनका अध्ययन, विश्लेषण और उपयोग होना चाहिए।' जेम्स हट्टन के ग्रंथ में एक उच्च विचार सामने आया जिसका भूविज्ञान की प्रगति पर असाधारण प्रभाव हो सकता था। पर दुर्भाग्य से पुस्तक अच्छी तरह नहीं लिखी गई थी, इसलिए इसकी ओर किसी ने ध्यान नहीं दिया। अपने विचारों को सही और कारगर तरीक़े से फैलाने की योग्यता वैज्ञानिक के लिए एक महत्त्वपूर्ण औज़ार है।

सन् 1802 ई० में जेम्स हट्टन के एक मित्र जॉन प्लेफ़ेयर ने अपनी पुस्तक "इलस्ट्रेशंस आफ़ दि हट्टनियन थ्योरी" प्रकाशित की। उन्होंने हट्टन के विचारों को इतने स्पष्ट रूप में सामने रखा कि बहुत से भूवैज्ञानिकों ने उन्हें फ़ौरन स्वीकार कर लिया। इन विचारों को अंग्रेज़ भूवैज्ञानिक सर चार्ल्स ल्येल ने अपनी पुस्तक "प्रिन्सिपल्स आफ़ जियोलोजी" में और भी विकसित किया। यह पुस्तक 1830–1833 में प्रकाशित हुई।

आइए हम हट्टन के विचारों पर फिर से सोचें। यह केवल कुछ प्रेक्षणों के बारे में आजमायशी स्पष्टीकरण नहीं था। यह केवल इस अर्थ में एक परिकल्पना थी कि इसने भूविज्ञान के अध्ययन के लिए एक नया तरीक़ा प्रदान किया। हट्टन के विचारों को आमतौर से स्वीकार करने से पहले वैज्ञानिक ऐसा सोचते थे कि पृथ्वी बहुत से अकस्मात् परिवर्तनों के परिणामस्वरूप अपनी वर्तमान अवस्था में पहुँची है। इन विशाल परिवर्तनों के लिए बड़ी अजीब अवस्थाएँ थी, जो आज से बिल्कुल भिन्न थीं। इसलिए पृथ्वी के भूतकाल के अनुसंधान के लिए कोई परीक्षण नहीं किए जा सके। किन्तु हट्टन और प्लेफ़ेयर ने यह विचार सामने रखा कि

आज पृथ्वी जिस दशा में है वह कुछ क्रमिक प्रक्रमों का परिणाम है और ऐसे प्रक्रम आज भी चल रहे हैं। इस प्रकार भूविज्ञान के अध्ययन को आधुनिक प्रयोगात्मक विज्ञान का रूप देने में हट्टन के विचारों से बड़ी सहायता मिली।

अच्छी तरह समझने के लिए

अपरदन एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण सामाजिक समस्या है क्योंकि ज़मीन या मृदा भी किसी देश या समाज की एक प्रमुख संपदा है। अपरदन से भूमि की यह संपदा नष्ट हो जाती है इसलिए इसे रोकने के तरीक़े जानना सब लोगों के लिए बहुत महत्त्व रखते हैं। अपरदन को रोकना भूमि-संरक्षण के अनेक उपायों में से एक है।

मृदा-संरक्षण क्या है। यह समाज की भलाई के लिए भूमि का समझदारी से उपयोग करने का ऐसा ढंग है, जिससे लंबी अवधि तक उपयोग होने के बाद भी ज़मीन बहुत अच्छी बनी रहती है। मृदा-संरक्षण का अर्थ यह नहीं है कि ज़मीन को इस्तेमाल ही न किया जाए और उसे भविष्य के लिए सँभाल कर रखा जाए। संरक्षण का यह अर्थ अवश्य है कि मृदा का बुद्धिमानी से उपयोग हो। अपरदन रोकने के अलावा मृदा संरक्षण का अर्थ उर्वरकों का सही प्रयोग, फ़सल को उचित ढंग से बारी-बारी से उगाना और भूमि को बहुत अधिक न जोतना भी है। उर्वरकों के जरिए वे तत्त्व फिर मृदा में पहुँच जाते हैं, जो फ़सलों ने उसमें से खींच या निकाल लिए थे। उर्वरक शब्द का प्रयोग आमतौर से ज़मीन को उपजाऊ बनाए रखने के लिए इस्तेमाल होनेवाले सभी रसायनों और प्राकृतिक खादों के लिए होता है।

संरक्षण एक बहुत व्यापक संकल्पना है। मृदा के अलावा इसमें मानव समाज के अन्य साधनों जैसे शैलों और खनिज-पदार्थों, जल, वनों और जनशक्ति जैसे साधनों का संरक्षण भी आ जाता है। हर मामले में संरक्षण का यही अभिप्राय होता है कि वर्तमान में वस्तु का इस बुद्धिमानी से उपयोग किया जाए कि दीर्घ भविष्य में भी इसकी दक्षता उतनी ही बनी रहे।

इकाई 3

शैल, मिट्टी और खनिज

पाँचवीं कक्षा

सामान्य दृष्टि

बच्चे अब तक यह समझ चुके हैं कि शैल के अपक्षय और अपरदन से मृदा कैसे बनती है। वे मनुष्य के लिए मृदा-संरक्षण के महत्त्व को भी समझने लगे हैं। इस पाँचवीं कक्षा में शैलों या चट्टानों में पाए जानेवाले खनिज पदार्थों की दृष्टि से शैलों के बारे में विचार किया जाएगा।

पहली प्रमुख संकल्पना 'शैल तीन प्रकार के होते हैं--अवसादीय, आग्नेय और कायांतरित,' शैलों के वर्गीकरण के एक मोटे आधार से संबंधित है। दूसरी कक्षा में शैलों की विविधता के बारे में प्रारंभिक चर्चा की गई थी। बच्चे देख चुके हैं कि शैलों में बहुत विविधता होने के बावजूद उनमें कुछ ऐसे पैटर्न अवश्य होते हैं जिनके आधार पर शैलों के वर्गीकरण की प्रणाली निश्चित की जा सकती है, किन्तु दूसरी कक्षा में इस बारे में केवल संकेत मात्र किया गया था। यहाँ अब इसको आगे बढ़ाया जाएगा। फिर भी यह प्रारंभ मात्र ही होगा। अब बच्चे कुछ बड़े हो गए हैं और उन्हें पहले शैलों के वर्गीकरण का मोटा आधार बताया जा सकता है। अध्यापक इस वर्गीकरण के बारे में इस प्रमुख संकल्पना के अंत में दिए हुए "अच्छी तरह समझने के लिए" को पढ़कर और अधिक समझ सकते हैं।

दूसरी प्रमुख संकल्पना "शैलों में खनिज पदार्थ होते हैं" में यह बताया गया है कि खनिज वे पदार्थ हैं जिनसे शैल बनते हैं। चार उपसंकल्पनाओं में इस प्रकार के प्रश्नों का जवाब देने का प्रयत्न किया गया है--जैसे "खनिज क्या है?", "खनिज किस रूप में होता है?", "सबसे प्रचुर खनिज कौन से हैं?" और "शैलों में धातुएँ किस रूप में पाई जाती हैं।"

तीसरी प्रमुख संकल्पना है "शैल और खनिज मनुष्य के लिए उपयोगी है।" इसमें यह वर्णन किया गया है कि शैलों और खनिज से ही हमें इमारतें, सड़कें, बाँध और घर बनाने के लिए आवश्यक सामग्री मिलती है। कृषि के लिए शैलों और खनिज पदार्थों के उपयोग और धातुएँ प्राप्त करने के लिए भी इनके उपयोग के बारे में यहाँ चर्चा की गई है।

चौथी प्रमुख संकल्पना यह है कि "कोयला और पेट्रोलियम मूल्यवान आंतर्भौम साधन हैं।" इसमें आज की दुनिया के इन सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण ईंधनों की उत्पत्ति और प्राप्ति के बारे में समझाया गया है। इससे शैलों और खनिजों का अध्ययन हमारे नित्य के जीवन के बहुत निकट आ जाता है।

इस इकाई की पाँचवीं कक्षा का मुख्य विचार क्या है? वह यह है कि विज्ञान के द्वारा मनुष्य अपने भौतिक पर्यावरण पर अधिक नियंत्रण कर सकता है। जब मनुष्य का शैलों के बारे में ज्ञान, उनकी कठोरता और रंग आदि तक ही सीमित था तो वह इनसे सीमित लाभ ही उठा सकता था, किन्तु जब विज्ञान की प्रगति के कारण शैलों के बारे में वह यह भी समझने लगा कि ये खनिजों से बनते हैं तो उसे शैल पदार्थों के बहुत से उपयोग मालूम हो गए। अब धातु प्राप्त करने के लिए खनिज शैलों में से ही प्राप्त होते हैं। इसी प्रकार कृषि, रासायनिक उद्योग, ईंधन और अन्य बहुत से कामों के लिए मनुष्य खनिजों का उपयोग करता है और ये खनिज शैलों से ही मिलते हैं।

1. शैल तीन प्रकार के होते हैं : अवसादीय, आग्नेय और कायांतरित

विद्यार्थी अब तक यह भली प्रकार देख चुके हैं कि शैलों में असीम विविधता होती है। वे रंग, गठन और कठोरता तथा अन्य कई बातों में भिन्न-भिन्न होते हैं। इस विविधता को देखकर भूवैज्ञानिकों ने शैलों के वर्गीकरण की एक प्रणाली निर्धारित करने का प्रयत्न किया है। आगे की उपसंकल्पनाओं में शैलों के मोटे वर्गीकरण के ढंग पर विचार किया गया है।

1 (क). अवसादीय शैल अवसाद के निक्षेपों से बनते हैं

जिन विधियों से शैलों का निर्माण होता है उन्हीं के आधार पर उनका वर्गीकरण किया जाता है। अवसादीय प्रकार के शैल बहुत आम हैं और इन्हें सबसे आसानी से समझा जा सकता है। अवसादीय शैलों के निर्माण के बारे में बच्चों को निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा समझाया जा सकता है।

अन्वेषण | **तलछट (अवसाद) नीचे कैसे बैठती है ?**

आवश्यक सामग्री
काँच का जार, रेत, बजरी, मृदा
पानी

चित्र 3-19
अपने-अपने घनत्व के अनुसार ही तलछटें पानी में नीचे बैठती हैं।

काँच के जार को पानी से आधा भर दीजिए। इसमें कुछ रेत, बजरी और मृदा डालिए और पानी को खूब जोर से चला दीजिए। अब जार को उठाकर मेज पर रख दीजिए और कुछ देर तक हिलाइए नहीं। अगले दिन बच्चों से इस जार को देखने को कहिए जैसा कि चित्र 3.19 में दिखाया गया है। उन्हें दिखाई देगा कि जार में सब चीज़ें अलग-अलग परतों में नीचे बैठ गई हैं। सबसे बड़े कण सबसे नीचे बैठे हैं और सबसे छोटे कणों की तह सबसे ऊपर जमी है। ये कण जो इस प्रकार नीचे बैठ जाते हैं, तलछट या अवसाद कहलाते हैं।

बच्चों से इस बारे में विचार विनिमय कीजिए कि तलछट नीचे अलग-अलग परतों में क्यों बैठते हैं।

शैलों का अपक्षयण और अपरदन निरंतर होता रहता है। बच्चे यह देख चुके हैं कि बहता हुआ पानी एक महत्त्वपूर्ण अपरदन-कारक है। नदियाँ अपने साथ पानी और घुले हुए पदार्थों के साथ टनों की मात्रा में मृदा और रेत बहा कर ले जाती हैं। समुद्र की लहरें भी समुद्र के किनारों से टकरा-टकरा कर उसे तोड़ती हैं और बहा ले जाती हैं। इस प्रकार समुद्र की तली में ले जाए गए सभी अघुलनशील पदार्थ धीरे-धीरे जमते चले जाते हैं। जैसे ऊपर के प्रयोग में दिखाया गया है, ये पदार्थ अलग-अलग परतों में जम जाते हैं। परतें इस कारण बनती हैं कि बड़े-बड़े टुकड़े या कण पहले नीचे बैठते हैं। ज्यों-ज्यों परतें जमती जाती हैं त्यों-त्यों भार के कारण ये दबती चली जाती हैं। नीचे लिखे प्रयोग से बच्चों को यह बात और अच्छी तरह समझ में आ जाएगी।

अन्वेषण

पुस्तकों का ढेर लग जाने से दबाव किस तरह बढ़ता है?

आवश्यक सामग्री
पुस्तकें

किसी बच्चे से कहिए कि वह डैस्क या मेज़ पर अपना हाथ रखे और इसके ऊपर एक पुस्तक रख ले। धीरे-धीरे दो या तीन पुस्तकें उसके हाथ पर और रख दीजिए। अब उससे पूछिए कि कैसा लग रहा है। अधिक पुस्तकें रखते चले जाने से बच्चे के हाथ पर दबाव बढ़ता चला जाएगा।

यदि पाँच पुस्तकें एक दूसरे पर रखी गई हों तो अधिक दबाव किस पुस्तक पर पड़ेगा? बच्चों से इस प्रश्न पर चर्चा कीजिए।

तलछट की उन परतों पर जिन पर मिट्टी या रेत की और बहुत सी तहें जम चुकी हैं, बहुत अधिक दबाव होता है। इस दबाव के कारण तलछट की परतें या तहें परतदार शैलों में बदल जाती हैं। जो शैल तलछट के दबने के कारण बनते हैं, वही तलछटीय अवसादीय शैल कहलाते हैं। देखिए चित्र 3.20।

चित्र 3-20
तलछटें जिस क्रम से जमती जाती हैं, उनकी परतें अवसादी शैलों में अलग-अलग दिखाई पड़ती हैं।

1 (ख). आग्नेय शैल पिघले हुए शैल पदार्थों से बनते हैं

आग्नेय शब्द से 'अग्नि द्वारा उत्पत्ति' का पता चलता है। वास्तव में आग्नेय शैल पिघले हुए शैल पदार्थ के जमने से बनते हैं। इस पिघले हुए शैल को मैग्मा कहते हैं। बच्चों को निम्नलिखित प्रयोग करने को कहिए ताकि वे यह समझ सकें कि मैग्मा किस प्रकार का होता है।

अन्वेषण

गर्म करने पर लाख में क्या परिवर्तन होता है ?

आवश्यक सामग्री
लाख, मोमबत्ती

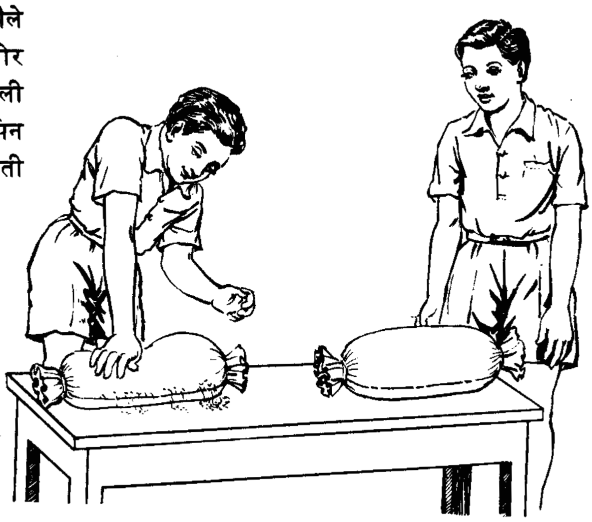
मोहर लगानेवाली लाख की बत्ती को देखिए और बच्चों को भी हाथ में लेकर देखने दीजिए कि यह कितनी सख्त होती है। अब लाख के एक सिरे को गर्म कीजिए। बच्चों को प्रोत्साहित कीजिए कि गर्म होने पर लाख में जो अंतर प्रकट हो रहे हैं, उसका वर्णन करें। गर्म होने पर लाख घने द्रव के रूप में बत्ती के नीचे की ओर बहने लगता है।

अन्वेषण

दबाव का मैग्मा के ऊपर क्या प्रभाव पड़ता है ?

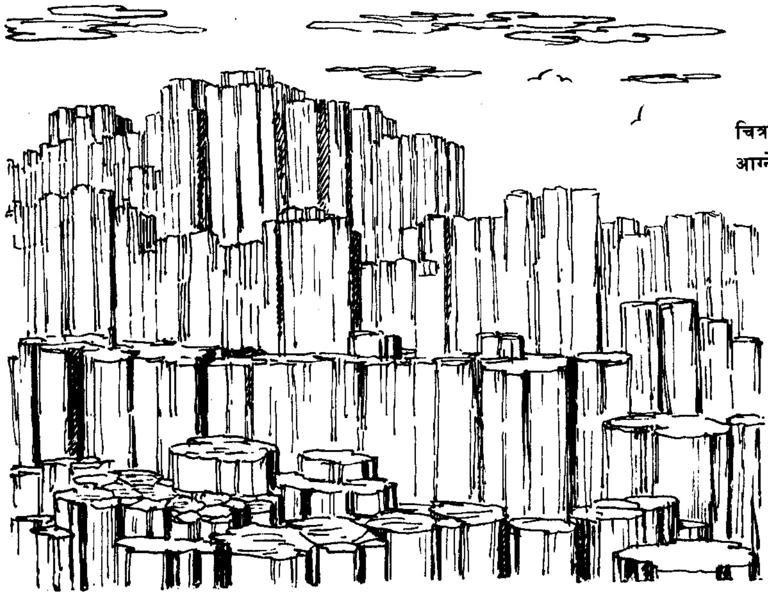
आवश्यक सामग्री
कीचड़ या गूँधा हुआ आटा, कपड़ा, धागा और पीन

कुछ गीली मिट्टी (या पानी में साना हुआ आटा) लीजिए और इसे कपड़े के थैले में भर लीजिए। थैले का मुँह मज़बूत धागे से अच्छी तरह बाँध दीजिए। अब कपड़े में पिन से कुछ छेद कर दीजिए और थैले के एक सिरे को ज़ोर से दबाइए। इस बात की ओर बच्चों का ध्यान दिलाइए कि छेदों के ऊपर गीली मिट्टी (या गूँधा आटा) जमा हो जाती है। यह पिन से बनाए हुए छेदों में से फूटकर बाहर निकलती है जैसा कि चित्र 3.21 में दिखाया गया है।



चित्र 3-21
आटे के थैले पर दबाव पड़ने से आटा हरकत करता है: कभी-कभी पृथ्वी के शैल भी दबाव के कारण हरकत करते हैं।

उचित मात्रा में पानी से मिलकर मिट्टी या आटा सुघट्य बन जाते हैं। बच्चों से कुछ ऐसे पदार्थों के नाम पूछिए जो गर्म होने पर सुघट्य या द्रव हो जाते हैं। उदाहरण के लिए काँच, मोहर लगाने की लाख, मोम या लोहा आदि।



चित्र 3-22
आग्नेय शैल कभी-कभी स्पष्ट स्तंभाकार होते हैं।

मैग्मा एक प्रकार से गीली मिट्टी या गूँधे आटे की तरह ही होता है अंतर केवल इतना है कि यह बहुत गर्म होता है। यह अर्ध-ठोस होता है। जब यह विभिन्न परतों के बीच में दबा होता है तो यह हल्के दबाव वाले क्षेत्र की ओर को बहने लगता है। ऐसा होने पर मैग्मा बाहर पृथ्वी की सतह पर भी आ सकता है और गर्म और गाढ़े द्रव की भाँति बह भी सकता है। इसी को लावा कहते हैं। कभी-कभी मैग्मा पृथ्वी के बाहर नहीं आ पाता और पृथ्वी के गर्भ में ही यह बहुत धीरे-धीरे ठंडा होता रहता है। सामान्य रूप से मिलनेवाला आग्नेय शैल ग्रेनाइट इसी प्रकार बनता है।

कुछ स्थानों पर संरचना में आग्नेय शैल खंभों की तरह या स्तंभाकार होते हैं। ये तब बनते हैं जब कि लावा बहुत बड़ी मात्रा में बाहर आ जाता है और उसकी मोटी-मोटी परतें जम जाती हैं। ठंडे होने पर लावा के इस विशाल ढेर में खड़ी दरारें पड़ जाती हैं। ऐसा होने पर आग्नेय शैल भिन्न-भिन्न शक्लों में खड़े स्तंभ जैसे दिखाई देते हैं जैसा कि चित्र 3.22 में दिखाया गया है।

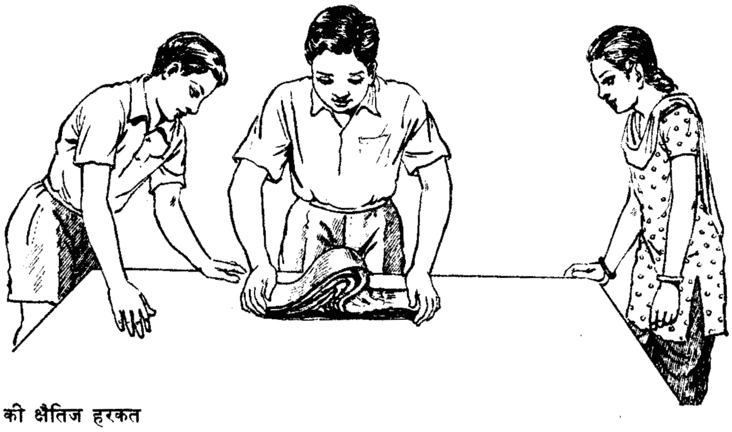
1 (ग). कायांतरित शैल गर्मी और दबाव के प्रभाव से अवसादी शैलों से ही बनते हैं।

कायांतरण का अर्थ है परिवर्तन। कायांतरित शैल आरंभ में अवसादी या आग्नेय शैल ही होते हैं। जब इनमें विशाल परिवर्तन आ जाते हैं तो ये कायांतरित शैल बन जाते हैं। यह परिवर्तन कैसे होता है इस बारे में नीचे के प्रयोगों द्वारा बच्चों को अच्छी तरह समझाया जा सकता है।

अन्वेषण

कायांतरित शैलों का वलन कैसे होता है ?

आवश्यक सामग्री
कागज़ के 20 पन्ने



चित्र 3-23
कायांतरित चट्टानें कभी-कभी भू-पर्पटी की क्षैतिज हरकत के कारण मुड़ जाया करती हैं।

कोरे कागज़ के करीब 20 ताव ले लीजिए और उन्हें एक के ऊपर एक करके रखिए। यदि ये कागज़ 3–4 अलग-अलग रंगों के हों तो अच्छा रहेगा। बच्चों को यह बताने के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि इस प्रकार की व्यवस्था उन्हें कौन-से क़िस्म के शैल से मिलती-जुलती दिखाई देती है। यहाँ कागज़ की परतें अवसादी शैल के समान हैं। अब दोनों तरफ़ से कागज़ों के सिरों को अपनी हथेली से दबाइए और दोनों हाथों को पास-पास लाइए। अब यह देखने में बच्चों की मदद कीजिए कि परतों में वलन आने लगा है। उन्हें यह समझाइए कि जो परतें अभी ऊपर-नीचे दिखाई दे रही थीं, वे चित्र 3.23 की तरह ठीक वैसी ही नहीं हैं बल्कि उनके क्रम में अंतर आ गया है। पृथ्वी के भीतर की परिस्थितियाँ इस प्रयोग की परिस्थिति से किस प्रकार भिन्न होती हैं ? पृथ्वी के भीतर गर्मी और दबाव बहुत ही अधिक होता है। यहाँ कागज़ों को तो आदमी ने मोड़ा लेकिन पृथ्वी के भीतर के शैलों में पृथ्वी के भीतर से उत्पन्न होनेवाले बल ही वलन विकसित करते हैं।

कायांतरित शैलों के कुछ सामान्य उदाहरण बच्चों को दिखाइए जैसे कि संगमरमर या स्लेट का पत्थर। इस प्रमुख संकल्पना के अंत में 'शैलों का वर्गीकरण' अनुभाग भी देखिए।

स्लेट एक कायांतरित शैल होता है। बच्चों से इस बात पर चर्चा कीजिए कि इसकी परतदार संरचना छतों और ब्लैकबोर्ड आदि बनाने के लिए कितनी उपयोगी रहती है।

अच्छी तरह समझने के लिए

मूलतः सब शैल वास्तव में आग्नेय होते हैं। सभी प्रकार के शैल मैग्मा से ही बनते हैं। रासायनिक दृष्टि से मैग्मा में धातुओं, सिलीकन और ऑक्सीजन के जटिल यौगिक होते हैं। पृथ्वी के भीतर बहुत अधिक तापमान होने के बावजूद भी मैग्मा यथार्थतः द्रव नहीं होता। बहुत अधिक दबाव होने के कारण मैग्मा के पिघलने का तापमान बहुत बढ़ जाता है। यह बहुत गाढ़े पदार्थ के रूप में रहता है। बहुत बार पृथ्वी के दुर्बल पृष्ठ को फोड़कर यह ऊपर फूट पड़ता है। ऐसा होने से इसके भीतर दबाव कम हो जाता है और यह कहीं-कहीं पतला होकर लावा के रूप में बाहर बहने लगता है।

मूल मैग्मा के संघटन में अंतर होने के कारण आग्नेय शैल भी काफ़ी भिन्न-भिन्न होते हैं। गठन और अन्य भौतिक अभिलक्षणों में जो बहुत स्पष्ट अंतर दिखाई पड़ता है वह मैग्मा के भिन्न-भिन्न गति से ठंडे होने के कारण होता है। ग्रेनाइट वह स्थूलकणिक आग्नेय शैल है जो धीरे-धीरे ठंडा होने से बनता है। बैसाल्ट और आब्सीडियन बारीक कणों के बने शैल होते हैं और ये तेज़ी से ठंडे होने से बनते हैं। आब्सीडियन एक प्राकृतिक काँच है किन्तु यह इतने गहरे रंग का होता है कि इसमें से प्रकाश नहीं गुज़र सकता। प्यूमिस एक अजीब तरह का शैल होता है जो देखने में स्पंज जैसा होता है और मैग्मा के बहुत ही जल्दी ठंडे होने से बनता है। इसके बनने में ऐसा होता है कि दबाव होते ही मैग्मा की बहुत सी गैस भी बाहर निकल जाती है जिससे छोटे-छोटे छिद्र बच रहते हैं। कई बार प्यूमिस के टुकड़ों में इतने अधिक छिद्र होते हैं कि ये पानी पर तैर सकते हैं।

आग्नेय शैलों के बनने के बाद उनका अपरदन फिर उसी तरह होता है जैसे अन्य सभी चट्टानों का। पानी आग्नेय चट्टानों के टुकड़ों को बहा कर अपने साथ ले जाता है और उन्हें दूसरी जगह अवसादों के रूप में निक्षेपित कर देता है। धीरे-धीरे ये तलछटें संहत होकर मोटी परतों का रूप धारण कर लेती हैं। तलछट के अलग-अलग कणं अब अच्छी तरह चिपक कर ठोस शैल बन जाते हैं, जिन्हें अवसादी शैल कहते हैं। इस प्रकार के शैलों की संरचना परतदार होती है और इनमें अक्सर जीवाश्म या फ़ॉसिल भी होते हैं।

अवसादी शैलों के ये उदाहरण हैं : बालुकाश्म, चूनाश्म शैल तथा संगुटिकाश्म। बालुकाश्म रेत के कणों के आपस में संयोजित हो जाने से बनता है। संयोजित करने वाली चीज़ें होती हैं—कैलसाइट, सिलीका, मृत्तिका या लोहे का आक्साइड। चूनाश्म बड़े-बड़े जलाशयों के किनारे छोटे-छोटे समुद्री जीवों के ढाँचों और कवचों के जमा होने से बनता है। संगुटिकाश्म (पुडिंग स्टोन) मृत्तिका रेत और पत्थरों का आपस में संयोजन होने से बनता है।

कायांतरित शैल आग्नेय या अवसादी शैलों से बनते हैं। पट्टरचना कई कायांतरित शैलों की एक विशेषता होती है। इसका अर्थ यह होता है कि खनिजों के सपाट कण मिलकर एक ही समतल में जमा हो गए हैं। इसका प्रभाव यह होता है कि ऐसे शैल अक्सर इन पट्टियों पर से ही टूटते हैं। अभ्रक खनिज की असंख्य परतों का जमा होना एक उल्लेखनीय उदाहरण है। सभी कायांतरित शैलों में पट्टियाँ नहीं होतीं। उदाहरण के लिए संगमरमर में धारियाँ नहीं होतीं। पट्टियों से यह पता चलता है कि शैल पर कभी दबाव पड़ा होगा जिससे उसके दाने या कणों में हरकत पैदा हो गई। कायांतरित शैल अपने इस पट्टरचना तल पर से अधिक आसानी से विभक्त हो जाते हैं।

जब शैलों के बारे में अध्ययन किया जा रहा हो तो शैलों और खनिज का वर्गीकरण करने की बहुत इच्छा होती है किन्तु यहाँ वर्गीकरण करना अभीष्ट नहीं है। यहाँ यह बताया जा सकता है कि भूवैज्ञानिक शैलों का अपने काम के लिए वर्गीकरण अवश्य करते हैं। इस कक्षा में शैलों का केवल यही वर्गीकरण पर्याप्त है कि ये अवसादी, आग्नेय और कायांतरित होते हैं। बच्चे अपने गाँव या शहर के आसपास पाए जानेवाले शैलों के कुछ प्रचलित नाम याद कर सकते हैं, किन्तु उनसे यह आशा नहीं करनी चाहिए कि वे बहुत से शैलों और खनिजों को पहचानना सीख जाएँ। यदि वे चाहें तो आप उन्हें इस बात के लिए प्रोत्साहित करें कि वे स्थानीय शैलों के नमूनों का अपनी इच्छानुसार वर्गीकरण करें। इससे उन्हें वर्गीकरण प्रणाली के बारे में बहुत कुछ ज्ञान मिलेगा। इससे उन्हें यह महत्त्वपूर्ण विचार भी मिलेगा कि वर्गीकरण एक मनुष्यकृत आविष्कार है और वस्तुओं के वर्गीकरण के बहुत तरीक़े होते हैं।

शैलों का वर्गीकरण

भूविज्ञान के लिए शैल कच्चे माल की भाँति है। भू-

वैज्ञानिकों के अधिकांश कार्य का उद्देश्य और आधार, शैलों का अध्ययन ही होता है।

उत्पत्ति के अनुसार शैलों को तीन मुख्य समूहों में बाँटा गया है ?

(क) आग्नेय शैल

ये शैल पिघले हुए पदार्थ के, जिसे मैग्मा कहते हैं, ठोस हो जाने से बनता है।

उदाहरण

1. ग्रेनाइट

यह हल्के रंग का स्थूलकणिक शैल होता है। इसमें स्फटिक (साफ़ या काँच जैसा), फ़ैल्स्पार (सफ़ेद या गुलाबी) और कुछ लघुमात्रा में असित वर्ण के खनिज जैसे काले अभ्रक उपस्थित रहते हैं। यह बहुत कठोर होता है। इसकी आकर्षक शक्ल और अपक्षय के प्रति प्रतिरोध के कारण यह इमारती पत्थर के रूप में बहुत उपयोगी होता है। कोलतार के साथ मिलाकर इससे पक्की सड़कें बनाई जाती हैं।

2. बैसाल्ट

यह सूक्ष्मकणिक असितवर्णी आग्नेय शैल है, इसमें क्वाड्र्स नहीं होता।

3. आग्नेय काँच

आब्सीडियन के टूटने पर भीतर से चमकदार वक्रित और उर्मिल पृष्ठ निकलते हैं और इनके किनारे तेज़ होते हैं। इसका रासायनिक संघटन ग्रेनाइट की तरह ही होता है। यह मैग्मा के इतनी जल्दी ठंडे होने से बनता है कि इसमें क्रिस्टल बनने का समय ही नहीं मिलता।

4. प्यूमिस

यह सरंध्र शैल होता है। इसके कुछ टुकड़ों में तो इतने अधिक छेद पाए जाते हैं कि वे पानी पर तैर जाते हैं।

(ख) अवसादी शैल

ये शैल अवसादों के संहनन और संयोजन से बनते हैं।

उदाहरण

1. संगुटिकाश्म या पुडिंगस्टोन

यह शैल छोटे-छोटे गोल पत्थरों या गुटिकाओं के एक दूसरे से चिपक कर ठोस और कठोर रूप ले लेने से बनता है। गुटिकाएँ कठोर होती हैं और अपक्षय के प्रति प्रतिरोध करती हैं। ये अलग-अलग रंग की हो सकती हैं।

2. बालुकाश्म

इसमें रेत के कण परस्पर संयोजित होकर शैल का रूप धारण कर लेते हैं। रेत के कण या दाने विभिन्न संघटन के हो सकते हैं, किन्तु आमतौर से ये स्फुटिक के होते हैं। बालुकाश्म में चिपकानेवाले पदार्थ प्रायः कैलसाइट, सिलीका, मृत्तिका या लोहे के आक्साइड होते हैं। जब सीमेन्ट का काम सिलीका करता है तो शैल बहुत ही कठोर होते हैं। कभी-कभी ऐसा भी होता है कि चिपकनेवाला पदार्थ कम मात्रा में रहता है तो बालुकाश्म सरंध्र बन जाता है। बालुकाश्म की इस प्रकार की परतों में से पानी और अन्य द्रव रिस सकते हैं। यही कारण है कि बालुकाश्म की परतों में प्रायः तैलाश्म शैल होते हैं, जिनमें पैट्रोलियम जमा हो जाता है।

3. शैल

यह संहत पंक परतों से निर्मित एक अवसादी शैल है। इसमें अधिकांशतः मृत्तिका खनिज होते हैं। यह बड़ी आसानी से परती से तोड़ा जा सकता है।

4. चूनाश्म

यह एक बारीक सूक्ष्मकणिक तथा काफ़ी मुलायम शैल है। यह मुख्यतः कैलसाइट खनिज का बना होता है।

5. सेंधा नमक

यह साधारण लवण होता है जो अपने स्वाद और पानी में घुलनशीलता के कारण बड़ी आसानी से पहचाना जा सकता है।

6. कोयला

इसे भी प्रायः जैव उत्पत्ति का अवसादी शैल माना जाता है।

(ग) कायांतरित शैल

ये वे शैल हैं जो अत्यधिक ताप और दाब के प्रभाव में पूर्व स्थित आग्रम तथा अवसादी शैलों से निर्मित होते हैं।

उदाहरण

1. स्लेट

यह ताप और दाब के प्रभाव में शैल के कायांतरण से बनता है। यह शैल से अधिक कठोर और अरंध्र होता है। यह छत में लगाने और ब्लैक-बोर्ड बनाने में काम आता है।

2. संगमरमर

यह चूनाश्म के कायांतरण से बनता है। चूनाश्म के सूक्ष्म कणों के विपरीत संगमरमर स्थूल क्रिस्टलीय या क्रिस्टल होता है।

3. शिस्ट

स्लेट का और अधिक कायांतरण हो जाने से यह शैल बनता है।

4. नाइस

यह आमतौर से ग्रेनाइट के कायांतरण से बनता है।

5. क्वार्ट्ज़ाइट :

यह बालुकाश्म के कायांतरण से बनता है।

खनिजों की कठोरता मापने का मापदंड

शैल खनिजों से बनते हैं। खनिज प्रकृति में मिलनेवाले तत्त्व या अजैव यौगिक होते हैं।

कठोरता वह प्रतिरोध है जो खनिज की चिकनी सतह को खुरचने में अनुभव होता है। कठोरता के मोह (Moh's) के मापदंड के अनुसार सेलखड़ी की कठोरता को एक माना गया है और कठोरतम-पदार्थ हीरे की कठोरता को 10 माना गया है। कठोरता में बढ़ते हुए क्रम के अनुसार नीचे कुछ खनिजों के नाम दिए गए हैं :

नाम	कठोरता	नाम	कठोरता
सेलखड़ी	1	आर्थोक्लेस	6
जिप्सम	2	क्वार्ट्ज़ (स्फटिक)	7
कैलसाइट	3	पुखराज	8
फ्लोराइट	4	कोरंडम	9
एपेटाइट	5	हीरा	10

2. शैल खनिजों से युक्त होते हैं

शैलों में बहुत विविधता पाई जाती है। बच्चे जानते हैं कि शैलों के बहुत से भेद उनके निर्माण की भिन्न-भिन्न विधियों के कारण होते हैं। इनमें से कुछ ऐसे हैं जिन्हें इस प्रकार नहीं समझाया जा सकता। उदाहरण के लिए कोई शैल तेज़ाब में डाले जाने पर हवा में बुलबुले छोड़ता है और कोई नहीं छोड़ता। यह इस कारण है कि पहले किस्म के शैल का संघटन दूसरे किस्म के शैल के संघटन से भिन्न होता है। खनिज रासायनिक पदार्थ होते हैं और इनसे ही शैल बनते हैं। नीचे की उपसंकल्पनाओं में कुछ प्रकार के खनिजों के बारे में बताया गया है।

2 (क). खनिज पृथ्वी में मिलनेवाले रासायनिक यौगिक होते हैं

खनिज प्रकृति में पाए जानेवाले अजैव पदार्थ हैं, जिनका विशेष रासायनिक संघटन और गुण होता है। ये ही वे पदार्थ हैं जिनसे शैल बनते हैं। नीचे लिखे प्रयोगों से बच्चों को यह बात समझने में सहायता मिलेगी।

अन्वेषण | **शैल किस प्रकार भिन्न-भिन्न खनिजों से संघटित होते हैं ?**

आवश्यक सामग्री
भिन्न-भिन्न रंग वाले खनिजों के शैल, लाई, भुना हुआ चना, गुड़

बच्चों को लाई और भुने हुए चने की गुड़धानी दिखाइए। इसी प्रकार उन्हें किसी ऐसे शैल, जैसे ग्रेनाइट, का नमूना दिखाइए जिसमें भिन्न-भिन्न रंग के खनिज साफ़ दिखाई देते हों। दोनों प्रकार की चीज़ों में समानता समझने में बच्चों की मदद कीजिए। गुड़धानी और शैल का नमूना, दोनों ही ठोस पदार्थ हैं और अलग-अलग चीज़ों के बने हैं। शैल में जो खनिज पदार्थ हैं, उनका इतनी सफ़ाई से अलग-अलग होना आवश्यक नहीं। कुछ शैलों में दो या अधिक खनिज पदार्थ एक दूसरे से बहुत अच्छी तरह मिश्रित हुए पाए जाते हैं।

बच्चों को यह सोचने को प्रोत्साहित कीजिए कि खनिज का मिश्रण कैसे हुआ होगा। यह इस कारण हो सका कि पृथ्वी के गर्भ में बहुत अधिक गर्मी थी और उसके कारण खनिज न्यूनाधिक तरल रूप में थे।

खनिज अजैव पदार्थ हैं जिनसे शैल बनते हैं। अजैव पदार्थ का क्या अर्थ है ? अध्यापक इस शब्द को बच्चों को 'जीव' शब्द के संबंध में समझा सकते हैं। जीवित प्राणी और पौधे जीव कहलाते हैं, जो पदार्थ जीवों (जीवित या मृत) से प्राप्त होते हैं वे जैव कहलाते हैं। अजैव इनसे विपरीत प्रकार के पदार्थ होते हैं। इस प्रकार गन्ने से मिलनेवाली चीनी जैव पदार्थ है और खानों से निकलनेवाला सेंधा नमक एक अजैव पदार्थ होता है।

खान और खनिज का परस्पर बड़ा दिलचस्प संबंध है। प्रायः पृथ्वी में खानें खोदकर ही खनिज पदार्थ निकाले जाते हैं।

अन्य पदार्थों की तरह खनिजों के भी विशेष भौतिक और रासायनिक गुण होते हैं, जिनके कारण एक खनिज को दूसरे खनिजों से अलग किया और पहचाना जा सकता है। खनिजों के गुणों में इस कारण भिन्नता होती है कि उनका संघटन भी भिन्न-भिन्न होता है। फिर भी प्रत्येक खनिज का एक निश्चित संघटन होता है अर्थात् यह एक या अधिक तत्त्वों के निश्चित अनुपात में मिलने से बनता है।

यह विचार नीचे की चर्चा द्वारा बच्चों को अच्छी तरह समझाया जा सकता है कि प्रत्येक संपूर्ण वस्तु के गुण उसके अवयवों के गुणों पर निर्भर करते हैं।

चर्चा

क्या चपातियाँ और पूरियाँ देखने में और स्वाद में भिन्न-भिन्न होती हैं ?

अधिकांश बच्चों ने गेहूँ, मक्का या बाजरे के आटे की चपातियाँ खाई होती हैं। उनसे ऐसी चर्चा कराइए जिसमें वे तीनों प्रकार की चपातियों की भिन्नता बताएँ। उदाहरण के लिए वे यह कह सकते हैं कि ये रंग, स्वाद, शक्ल और साइज़ में एक दूसरे से भिन्न होती हैं। फिर भी इस भिन्नता का क्या कारण है ? इस भिन्नता का यही कारण है कि जिस चीज़ से ये चपातियाँ बनती हैं उनके गुण और प्रकृति भिन्न होते हैं। इसी प्रकार गेहूँ के आटे की पूरियाँ या गेहूँ के आटे के साथ मिली चीनी और दूध की बनी पूरियों का स्वाद भिन्न-भिन्न होगा। कारण वही है कि जिन चीज़ों से ये बनी हैं, वे एक दूसरे से भिन्न हैं। इसी प्रकार खनिज भी अपने-अपने संघटन में भिन्न होने के कारण एक दूसरे से भिन्न होते हैं।

बच्चों से ऐसे चार पदार्थों के नाम बताने को कहिए, जिनसे घर में काम आनेवाले बर्तन बनते हैं। इनके गुण किस प्रकार एक दूसरे से भिन्न होते हैं ?

2 (ख). शैलों में पाए जानेवाले अधिकांश खनिजों का रूप क्रिस्टलीय होता है

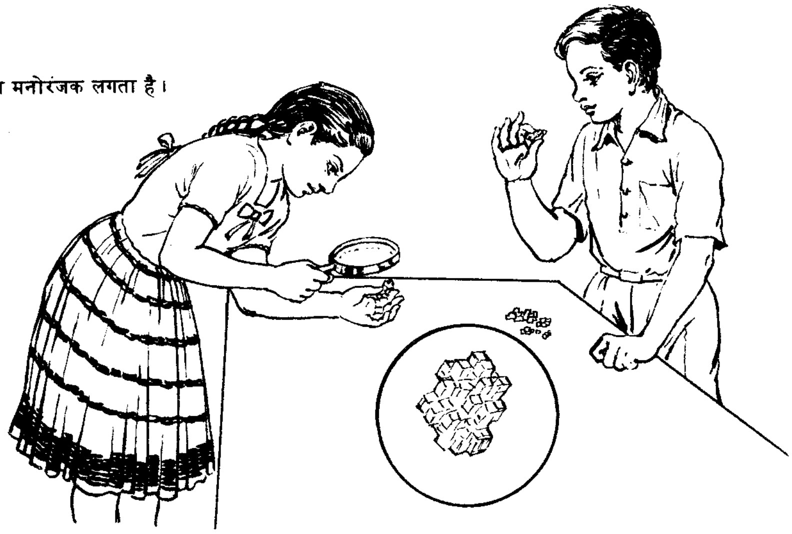
बच्चों को क्रिस्टल का विचार नीचे दिए जैसे प्रयोग से समझाया जा सकता है।

अन्वेषण

क्रिस्टल कैसे होते हैं ?

आवश्यक सामग्री
साधारण लवण क्रिस्टल, लैन्स

चित्र 3-24
नमक के क्रिस्टलों की जाँच करना मनोरंजक लगता है।



हर बच्चे को सेंधा नमक के थोड़े-थोड़े क्रिस्टल जाँच के लिए दे दीजिए। (साँभर में से कुछ अच्छे-अच्छे क्रिस्टल छाँट लीजिए)। उन्हें इन टुकड़ों को अच्छी तरह देखने दीजिए और संभव हो तो आवर्धन लैन्स से भी दिखाइए। अब बच्चों से इस बात पर चर्चा छेड़िए : ये टुकड़े एक दूसरे से कितने मिलते-जुलते हैं ? वे यह पाएँगे कि यद्यपि नमक के कण आपस में आकार में तो एक-दूसरे से भिन्न हैं, किन्तु उनकी शक्ल एक दूसरे से मिलती है जैसा कि चित्र 3.24 में दिखाया गया है। यह शक्ल कैसी है ? यह घनीय है। किसी बच्चे से नमक के बड़े-बड़े टुकड़ों को तोड़ने को कहिए। अब वे देखेंगे कि टूटने पर भी जो छोटे-छोटे टुकड़े बने उनकी शक्ल भी बड़े टुकड़े की शक्ल की तरह है। शैल के टुकड़े नमक के इन क्रिस्टलों से किस बात में भिन्न हैं ? वे एक शक्ल के नहीं और साथ ही टूटने पर उनके छोटे टुकड़ों की शक्लें भी उन्हीं की जैसी नहीं होती हैं। बच्चों को यह देखने में सहायता दीजिए कि यद्यपि नमक के कुछ क्रिस्टल पूर्णतः घनीय हैं फिर भी दूसरे क्रिस्टल वैसे नहीं हैं। इससे उनके सामने यह समस्या आएगी : हम नमक के अच्छे क्रिस्टल किस प्रकार प्राप्त कर सकते हैं ?

बच्चों को चीनी के क्रिस्टल (रवे) दिखाइए। बच्चों से पूछिए कि नमक और चीनी के क्रिस्टलों को पहचानने का क्या तरीक़ा हो सकता है (लैंस की सहायता से चीनी और नमक के क्रिस्टलों की शक्लें बिल्कुल अलग-अलग दिखाई देंगी)। दूसरे चीनी आग में जल जाती है, नमक नहीं जलता। दोनों के स्वाद में भी अंतर होता है किन्तु रसायनों को चखना खतरनाक आदत होगी।

अन्वेषण

हम नमक के क्रिस्टल (रवे) कैसे बना सकते हैं ?

आवश्यक सामग्री
काँच का जार, काँच का गिलास, नमक, छेददार कागज़

काँच के बर्तन में आधा लिटर पानी रखिए। पानी बर्तन में जहाँ तक हो वहाँ निशान लगा दीजिए। अब बच्चों को कहिए कि इस पानी में थोड़ा सा साफ़ किया हुआ नमक डालें। पानी को अच्छी तरह चलवाइए। नमक ग़ायब हो जाएगा क्योंकि यह पानी में घुलकर विलीन हो जाता है। अब बच्चों से पूछिए कि वे कैसे बता सकते हैं कि पानी में नमक है। यह चखने से पता लग जाएगा क्योंकि पानी खारी होगा। अब और नमक पानी में डालिए और चलाइए। जब तक कुछ नमक नीचे न बच रहे तब तक ऐसा ही करते जाइए। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि पानी में नमक घुलने की भी सीमा है और उसमें निश्चित मात्रा से अधिक नमक नहीं घुल सकता। पानी में नमक का इस प्रकार का घोल एक संतृप्त घोल कहलाता है।

इस संतृप्त घोल को बच्चों में बाँट दीजिए। हाँ इसके लिए काँच के चार गिलास पहले देने होंगे। इनके ऊपर छेदवाले कागज़ रख दीजिए। एक सप्ताह तक गिलास में यह घोल बिना हिलाए-डुलाए रखे रहने दीजिए। कभी-कभी बच्चों से गिलासों को देखने को कहिए। वे देखेंगे कि धीरे-धीरे पानी का स्तर नीचे जा रहा है और कोई सफ़ेद पदार्थ गिलासों की तली में बैठता जा रहा है। पानी का स्तर पानी के वाष्पन के कारण घटता है। नमक पानी से इस कारण अलग होता जाता है कि पानी की कम मात्रा नमक की मूल मात्रा को ग्रहण नहीं कर सकती।

सारे पानी के वाष्पन के बाद बच्चे चित्र 3.25 की भाँति नमक के क्रिस्टल देख सकते हैं। वे इन क्रिस्टलों को कागज के टुकड़े पर फैला सकते हैं और सुखा भी सकते हैं।

चित्र 3-25
नमक के क्रिस्टल इसी के संतृप्त घोल से तैयार हो सकते हैं।

बच्चों से कुछ ऐसे ठोस पदार्थों के नाम पूछिए जिन्हें उन्होंने क्रिस्टल रूप में देखा हो (उदाहरण के लिए चीनी, फिटकरी और नीला थोथा)।

अब बच्चों को क्रिस्टलों की आरंभिक जानकारी हो गई। यह विचार कि शैलों में मिलने वाले अधिकांश खनिज क्रिस्टलीय रूप में मिलते हैं नीचे के जैसे प्रयोग से अच्छी तरह समझाया जा सकता है :

अन्वेषण

क्रिस्टलीय रूप क्रिस्टलों को पहचानने में किस प्रकार सहायक होता है

आवश्यक सामग्री
कैलसाइट, स्फटिक, नमक

बच्चों के सामने भिन्न-भिन्न क्रिस्टलीय रूपों वाले कई खनिज जैसे कैलसाइट, स्फटिक आदि के नमूने रखिए। उनसे कहिए कि अभिलक्षक क्रिस्टलीय रूप देखकर भिन्न-भिन्न खनिजों को अलग करें।

बच्चों ने जो-जो क्रिस्टल देखे, उनसे उनके रेखाचित्र बनाने को कहिए।

2 (ग). कुछ खनिज बहुत सामान्य होते हैं

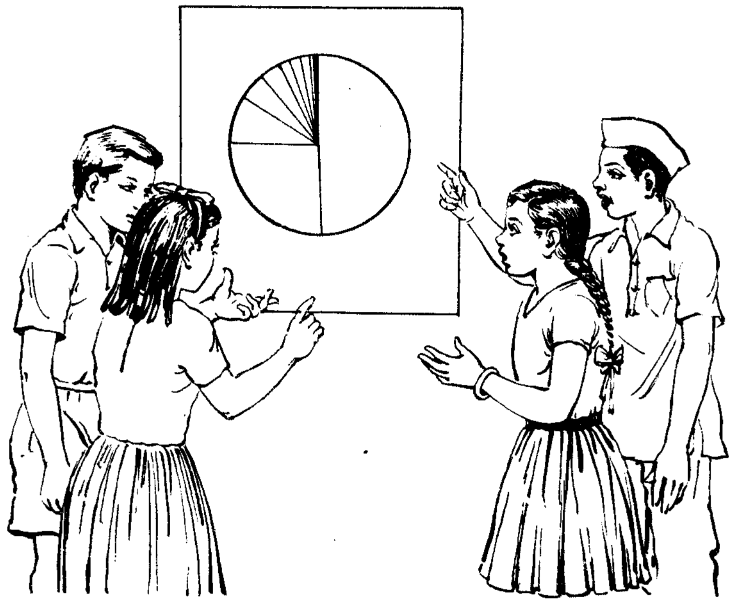
आग्नेय शैलों में सबसे अधिक मात्रा में मिलने वाला शैल ग्रेनाइट होता है। यह (क) स्फटिक (ख) फ़ैल्सपार और (ग) अभ्रक से मिलकर बनता है। इन तीनों में से स्फटिक व फ़ैल्सपार हल्के रंग के होते हैं। अभ्रक कभी-कभी गहरे रंग का होता है क्योंकि ग्रेनाइट बहुत अधिक मिलनेवाला आग्नेय शैल है, इसलिए इसके भीतर के खनिज भी प्रचुर परिमाण में मिलते हैं। इन तीनों खनिजों में स्फटिक सबसे अधिक और अभ्रक सबसे कम मिलता है।

चर्चा

तत्वों की अधिकता से खनिजों की अधिकता का कितना संबंध है ?

बच्चों से चित्र 3.26 की भाँति पर्पटी में भिन्न-भिन्न तत्वों की सापेक्ष प्रचुरता के बारे में चर्चा कीजिए। यहाँ इस बारे में कुछ आँकड़े प्रस्तुत किए जा रहे हैं :

कोटि	**तत्व**	**भार के अनुसार प्रतिशत में सापेक्ष प्रचुरता**
1	आक्सीजन	49.13 प्रतिशत
2	सिलीकन	26.00 प्रतिशत
3	अल्यूमिनियम	7.45 प्रतिशत
4	लोहा	4.20 प्रतिशत
5	कैल्सियम	3.25 प्रतिशत
6	सोडियम	2.40 प्रतिशत
7	पोटाशियम	2.35 प्रतिशत
8	मैग्नीशियम	2.35 प्रतिशत
७	हाइड्रोजन	1.00 प्रतिशत
10	अन्य	1.87 प्रतिशत



चित्र-3-26
भू-पर्पटी के सबसे प्रचुर तत्व हैं आक्सीजन और सिलीकन।

बच्चों को ग्रेनाइट में मिलनेवाले तीनों खनिजों के संघटन के बारे में बताना चाहिए। स्फटिक में सिलीकन और आक्सीजन रासायनिक संभाग में होते हैं। फ़ैल्सपार में सिलीकन और आक्सीजन के अलावा अल्यूमिनियम, सोडियम और पोटाशियम होते हैं। अभ्रक में थोड़ा सा लोहा और मैग्नीशियम होता है तथा सिलीकन, आक्सीजन, अल्यूमिनियम और पोटाशियम भी होते हैं। अध्यापक विद्यार्थियों को इन दो प्रकारों की जानकारी में सह-संबंध स्थापित कराने में सहायता कर सकते हैं क्योंकि स्फटिक और फ़ैल्सपार बहुत आम हैं इसलिए आक्सीजन, सिलीकन और अल्यूमिनियम आदि तत्त्व भी अत्यंत प्रचुर मात्रा में मिलते हैं।

बच्चों से इस बात पर चर्चा कीजिए कि हाइड्रोजन का अनुपात केवल 1 प्रतिशत क्यों है जबकि पृथ्वी का तीन-चौथाई भाग पानी से भरा है। हाइड्रोजन सबसे हल्का तत्त्व है इसलिए यद्यपि यह सबसे प्रचुर है किन्तु भार की दृष्टि से इसका प्रतिशत बहुत कम बैठता है।

अच्छी तरह समझने के लिए

यह ठीक है कि इस कक्षा के बच्चों को तत्वों और उनके यौगिकों के बारे में कोई विधिवत् जानकारी नहीं मिली है, पर इस स्थल पर इन विचारों के बारे में वे कुछ आगे की ओर दृष्टिपात कर सकते हैं। उन्हें बताया जा सकता है कि सब पदार्थ एक या अधिक तत्त्वों से बने होते हैं। यद्यपि अभी तक 100 से ऊपर तत्त्वों का पता लग चुका है फिर भी अधिकांश पदार्थ करीब 20 तत्त्वों से मिलकर बनते हैं। बहुत से तत्त्वों के नाम काफ़ी प्रचलित हैं और बच्चे उन्हें जानते हैं। ऐसे तत्त्व हैं: आक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन, लोहा, सोना, क्रोमियम, चाँदी, शीशा, ताँबा, अल्यूमिनियम और टिन। यद्यपि बच्चों ने इन सारे तत्त्वों को देखा नहीं होगा फिर भी वे आमतौर से —हाइड्रोजन, हीलियम, आयोडीन और पारे (मर्करी) आदि तत्त्वों के नामों से परिचित होते हैं।

यहाँ बच्चों को विधिवत् रासायनिक प्रतीक सिखाने की आवश्यकता नहीं है। यदि वे इनका परिचय पाने के उत्सुक हों तो उन्हें इस बारे में थोड़ा सा बता देना चाहिए। बच्चों को तत्त्वों के प्रतीक या नाम याद करना या पर्पटी में प्रचुरता क्रम से उनकी स्थिति को रट लेना आवश्यक नहीं है। विज्ञान की शिक्षा का उद्देश्य केवल विषय को समझाना है, रटाना नहीं।

2 (घ). धातु अयस्क खनिजों के रूप में मिलते हैं

बच्चे जानते हैं कि धातु क्या होती है। वे कुछ आम धातुओं जैसे लोहा, चाँदी, ताँबा, सोना, और अल्यूमिनियम आदि के नाम भी बता सकते हैं। ये धातुएँ आती कहाँ से हैं? इसके उत्तर में बच्चे कहेंगे: "बाजार से आती हैं या कारखानों से आती हैं"। एक या दो यह भी कह सकते हैं: "पृथ्वी के भीतर से निकलती हैं"। इस बात को समझाने के लिए नीचे दी हुई जैसी चर्चा से सहायता मिल सकती है:

चर्चा | **खानों से निकलने पर आरंभ में धातुएँ कैसी होती हैं?** | **आवश्यक सामग्री** खानों और खनिजों के चित्र

बच्चों को लोहे, ताँबे और सोने की खानों के चित्र दिखाइए और खानों से निकलने वाले खनिज जैसे कि अयस्क (जिनसे धातुएँ निकाली जाती हैं) भी दिखाइए। बच्चों को इससे पता लगेगा कि कुछ धातुएँ जैसे सोना या ताँबा पृथ्वी में धातु के रूप में ही पाई जाती हैं। जबकि अन्य इस रूप में नहीं मिलतीं।

अध्यापक बच्चों को यह समझने में मदद दे सकते हैं कि ये धातुएँ अन्य तत्त्वों के संयोग में मिलती हैं। धातुओं को उनके वास्तविक रूप में पाने के लिए अयस्कों को काफ़ी हद तक विभिन्न तरीक़ों से साफ़ किया जाता है।

बच्चों से कुछ ऐसी चीज़ों के नाम लेने को कहिए, जिन्हें मनुष्य के इस्तेमाल करने से पहले प्रोसैस या तैयार किया जाता है (उदाहरणार्थ: चीनी, कपास, रबड़)।

अच्छी तरह समझने के लिए

जिस रूप में पृथ्वी के भीतर से धातु निकलती है उसे अयस्क कहते हैं। धातु अयस्क वे खनिज हैं, जिनसे शैल बनते हैं। फिर भी यद्यपि सभी अयस्क खनिज होते हैं किन्तु हर खनिज अयस्क नहीं होता। किसी खनिज को तभी अयस्क कहा जाता है जब इसमें से कोई धातु लाभकारी रूप में प्राप्त की जा सके। इस प्रकार फ़ैल्सपार, अल्यूमिनियम, सोडियम और पोटाशियम

धारण करनेवाला खनिज तो है, किन्तु यह इन तीनों में से किसी भी धातु के लिए अयस्क नहीं कहा जा सकता क्योंकि इसमें से ये धातुएँ लाभकारी रूप में निकाली नहीं जा सकतीं।

3. शैलों और खनिजों के बहुत उपयोग हैं

बच्चे अब भिन्न-भिन्न प्रकार के शैलों और कुछ सामान्य खनिजों तथा अयस्कों से भी परिचित हो चुके हैं। अब अध्यापक बच्चों के साथ इस प्रकार की चर्चा कर सकते हैं कि शैलों और खनिजों के बारे में अध्ययन क्यों करना चाहिए। एक उत्तर यह हो सकता है : 'वे हमारे पर्यावरण के एक अंग हैं और उनमें बड़ी मनोरंजक विविधता पाई जाती है।' अध्यापक इस बात में इतनी बात और जोड़ सकते हैं कि शैलों और खनिजों का अध्ययन इसलिए भी आवश्यक है कि वे हमारे लिए उपयोगी होते हैं। एक उपयोग को तो बच्चे पहले ही समझ चुके हैं कि शैलों के विघटन से मृदा बनती है। आगामी उपसंकल्पना में विद्यार्थी शैलों और खनिजों के कुछ और उपयोगों के बारे में जानकारी प्राप्त करेंगे।

3 (क). शैलों का उपयोग कई निर्माण-कार्यों में किया जाता है।

बच्चे यह जानते हैं कि पत्थर शैलों के टुकड़े होते हैं और ये इमारतें बनाने के काम आते हैं। हमारी सभ्यता के लिए शैलों का बहुत महत्त्व है और इसे बच्चों को अच्छी तरह समझाने के लिए निम्नलिखित प्रकार के सुझाव दिए जा रहे हैं।

बाहरी प्रेक्षण

कितने भिन्न-भिन्न तरीक़ों से आजकल शैल काम में लाए जाते हैं ?

बच्चों को किसी पत्थर की इमारत दिखाने ले जाइए। वहाँ बच्चों से पूछिए कि यहाँ पत्थरों का कैसा प्रयोग हुआ है (दीवार, छतें या फर्श बनाने के लिए और उनके छोटे टुकड़े सजावट के काम के लिए)। बच्चों को पत्थर की कुछ मूर्तियाँ और पत्थर के काम दिखाइए। यदि आसपास में पत्थर की मूर्ति उपलब्ध नहीं हो तो उन्हें अजंता और एलौरा के चित्र दिखाइए। इस प्रकार बच्चे यह देखेंगे कि शैलों का बहुत प्राचीन काल से (1) वास्तु कला और (2) मूर्तिकला के लिए इस्तेमाल किया जाता रहा है।

बच्चों से पूछिए कि 'पाषाण युग' का क्या मतलब है। उस ज़माने में शैल का किस प्रकार प्रयोग किया जाता होगा।

इस प्रकार के प्रयोग से बच्चों को पुराने ज़माने में पत्थर के उपयोग के बारे में समझाया जा सकता है। क्या आजकल भी शैल उन्हीं कामों के लिए इस्तेमाल किए जाते हैं ? इस प्रश्न का उत्तर देने के लिए बच्चों को कहीं बाहर ले जाना उचित होगा।

बाहरी प्रेक्षण

आजकल शैल और खनिज किस प्रकार प्रयोग में लाए जाते हैं ?

बच्चों को ऐसे स्थानों पर ले जाइए जहाँ मकान, मंदिर या कोई बड़ी इमारत बन रही हो या जहाँ बाँध या सड़क बन रही हो। यदि ऐसे किसी भी स्थान को दिखाना संभव न हो तो बच्चों को इस तरह के चित्र दिखाइए। बच्चों को इस चर्चा में लगाएँ: "उपर्युक्त निर्माण कार्य में शैल या पत्थर किस प्रकार प्रयुक्त हो रहे हैं ?" बच्चों की इस बात की ओर ध्यान देने में मदद कीजिए कि पत्थर के टुकड़े, रेत और चूना आदि इमारतें बनाने के लिए कितने महत्त्वपूर्ण हैं। बच्चों को सीमेंट और चूना-निर्माण संबंधी चित्र, रेखाचित्र आदि दिखाइए। बच्चों को यह बात अवश्य समझाइए कि सीमेण्ट बनाने के लिए जिप्सम खनिज और चूना बनाने के लिए चूनाश्म खनिज कितने आवश्यक होते हैं।

बच्चों से पत्थर की बनी हुई कुछ घरेलू चीज़ों के नाम पूछिए ('चकला', 'सिलबट्टा', 'पथरौटा', 'खरल')।

3 (ख). कुछ खनिज कृषि कार्य में इस्तेमाल होते हैं

इकाई 3 के अध्ययन से बच्चे यह जान गए होंगे कि पौधों के उगने के लिए सब तरह की मृदा समान रूप से उपयुक्त नहीं होती। लगातार खेती होते रहने से किसी भूमि में से पौधों के लिए अनिवार्य खाद्य तत्त्व––नाइट्रोजन, फ़ासफ़ोरस और पोटाशियम निकल जाते हैं। फिर किसान अपने खेतों की मृदा को कैसे समृद्ध बनाता है ? इसके लिए वह अपने खेतों में प्राकृतिक खाद डालता है जिससे पौधों के लिए सभी पोषक खाद्य थोड़ी-थोड़ी मात्रा में मिल जाते हैं। कुछ ऐसे उर्वरक या कृत्रिम खाद भी हैं जो पौधों को सांद्रित खाद्य तत्त्व पहुँचाते हैं। इन सांद्रित उर्वरकों के बारे में बच्चे अच्छी तरह समझ लें। इसके लिए यह तरीक़ा सुझाया जा रहा है।

चर्चा

उर्वरक बनाने के लिए खनिजों का इस्तेमाल कैसे किया जाता है ?

आवश्यक सामग्री
वर्गीकृत खनिज, उर्वरक

बच्चों को कुछ उर्वरक जैसे नाइटर, सलफ़ेट ऑफ़ अमोनिया, नाइट्रोचाक, चूने का सुपर फ़ास्फ़ेट लाकर दिखाइए। उन्हें इन उर्वरकों के बनाने के तरीके पढ़कर सुनाइए। उन्हें यह समझने में सहायता दीजिए कि जिप्सम एक खनिज है, जो अमोनियम सल्फ़ेट (सिन्दरी उर्वरक कारखाने में) बनाने में इस्तेमाल किया जाता है। ट्राइकैल्सियम फ़ास्फ़ेट वह खनिज है, जो सुपर-फ़ास्फ़ेट बनाने के काम आता है।

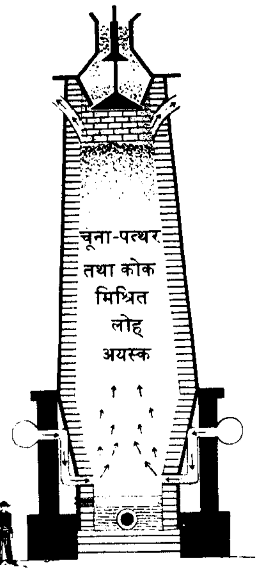
बच्चों को कहिए कि वे अपने माता-पिता से जाकर पूछें कि टमाटर और आलू की खेती में कौन-से उर्वरक पड़ते हैं।

3 (ग). कुछ शैलों में उपयोगी धात्विक अयस्क होते हैं

बच्चे पाँचवी कक्षा के लिए उपसंकल्पना 2 (घ) में यह सीख चुके हैं कि अयस्क खनिजों के रूप में मिलते हैं। दोनों उपसंकल्पनाओं में कुछ-कुछ एक सी ही बात कही गई है। पिछली जानकारी की समीक्षा यह प्रश्न करके की जाएगी : "प्रकृति में धातुएँ किस रूप में मिलती हैं ?" प्रकृति में ऐसी बहुत कम धातुएँ हैं जो मुक्त अवस्था में मिलती हों। सोना और कभी-कभी ताँबा मुक्त अवस्था में धातु रूप में मिलता है। अधिकतर धातुएँ प्रकृति में अन्य पदार्थों के साथ मिली हुई ही मिलती हैं। बच्चों से पूछिए कि इन संयोगों से धातुओं को कैसे निकाला जाता है। चित्रों द्वारा बच्चों को धातु निष्कर्षण के तरीकों के बारे में जानकारी दीजिए।

चर्चा | **अयस्कों में से धातुएँ कैसे अलग की जाती हैं ?**

बच्चों को लोहा, ताँबा और अल्यूमिनियम निष्कर्षण संबंधी प्रक्रमों के चित्र दिखाइए। बच्चों की यह बात समझने में मदद कीजिए कि लौह-अयस्क में से लोहा निकालने के लिए कोयला कितना ज़रूरी होता है, जैसा कि चित्र 3.27 में दिखाया गया है और इसी प्रकार अल्यूमिनियम के निष्कर्षण और ताँबे के शोधन में बिजली का कितना प्रयोग किया जाता है। अन्य आम धातुओं के बारे में भी इसी प्रकार चर्चा की जा सकती है।



चित्र 3-27
विशाल धमन भट्टी में अयस्क को गलाकर शुद्ध लोहा निकाला जाता है।

बच्चों से इस बारे में बातचीत कीजिए कि चाँदी और सोना जैसी कुछ धातुएँ प्रकृति में मुक्त अवस्था में क्यों मिलती हैं। इसका कारण यह है कि धातुएँ निष्क्रिय होती हैं। ये अन्य तत्त्वों के साथ आसानी से नहीं मिलतीं।

3 (घ). धातुएँ उद्योगों में व्यापक रूप से प्रयोग में लाई जाती हैं

आज की दुनिया में धातुएँ अत्यधिक उपयोगी वस्तुएँ हैं। वैज्ञानिक निरंतर इस बात का प्रयत्न कर रहे हैं कि धातुओं का बढ़िया और अधिक उपयोग हो। नीचे कुछ ऐसे प्रयोग दिए जा रहे हैं, जिनकी सहायता से बच्चों को धातुओं के विविध उपयोगों के बारे में समझाया जा सकता है।

चर्चा

क्या कुछ उद्योगों में भारी मात्रा में धातुओं का इस्तेमाल किया जाता है ?

बच्चों से कहिए कि घर में इस्तेमाल होनेवाली चीज़ों को देखें और फिर इनसे संबंध रखनेवाले उद्योगों के बारे में सोचें। रसोई में अवश्य ही धातु के बहुत से बर्तन होते हैं। सोचिए कि ये बर्तन किन-किन धातुओं के बने हैं। अब बच्चों को ऐसी कल्पना करने में मदद कीजिए कि आख़िर ये बर्तन किसी न किसी कारखाने या उद्योग में बनते होंगे और उस उद्योग में बड़ी मात्रा में धातुओं का कच्चे माल के रूप में प्रयोग होता होगा। सिक्के ताँबे, निकल, चाँदी, अल्यूमिनियम जैसी धातुओं से बनते हैं। सिक्के ढालने के लिए भी बड़ी मात्रा में धातुओं की आवश्यकता होती है। पैट्रोल के इंजनों, रेल के इंजनों, रेल की पटरियों, विमानों और जहाज़ों इत्यादि की ओर भी बच्चों का ध्यान खींचिए। फिर इस बात की कल्पना करने में उनकी सहायता कीजिए कि इन चीज़ों के बनाने के लिए उद्योगों में कितने बड़े परिमाण में धातुएँ काम आती होंगी।

कक्षा में इस बात पर बहस करवाइए कि लोहे या सोने में से कौन-सी धातु अधिक महत्त्व रखती है।

कुछ वस्तुएँ जैसे चीनी, कपड़ा और प्लास्टिक अधात्विक होती हैं। फिर भी इनके बनाने के लिए जो मशीनें चाहिए वे अधिकतर धात्विक होती हैं।

चर्चा

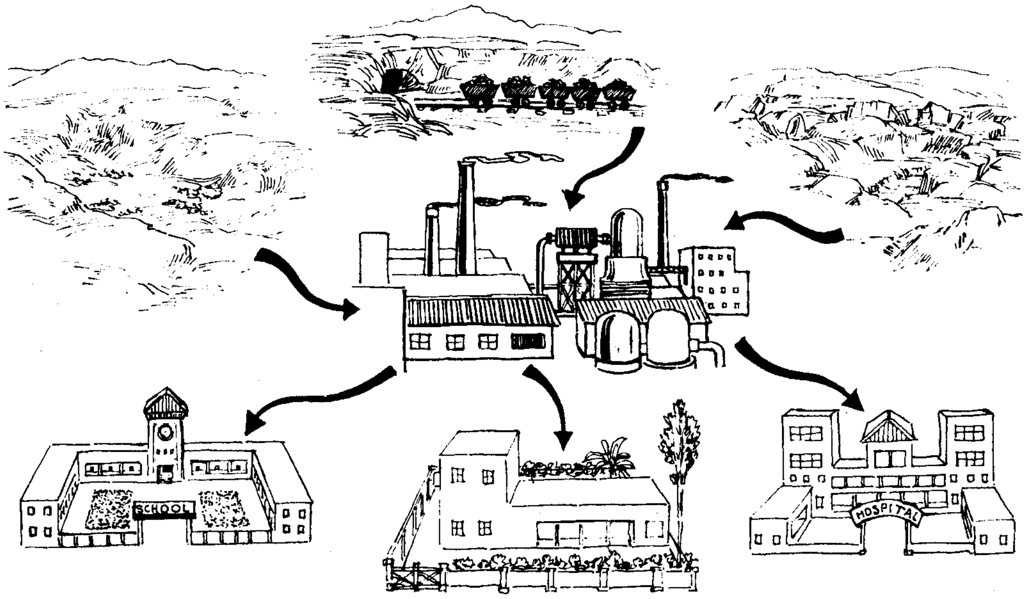
क्या अधात्विक वस्तुएँ बनाने वाले उद्योगों के लिए भी धातुएँ महत्त्वपूर्ण हैं ?

बच्चों को कोई चीनी या कपड़े की मिल या वनस्पति घी का कारखाना दिखाने ले जाइए। यदि ऐसा संभव न हो तो उन्हें इन कारखानों के चित्र दिखाइए और उनका वर्णन कीजिए। बच्चों को इस बात की कल्पना करने में सहायता दीजिए कि इन कारखानों की मशीनों के निर्माण में कितनी भारी मात्रा में धातु की आवश्यकता हुई होगी।

इमारतों, बाँधों और पुलों के निर्माण में कितनी भारी मात्रा में लोहे की ज़रूरत पड़ती है, इस बारे में बच्चों से वार्तालाप कीजिए।

इस प्रकार धातुओं की बहुत बड़ी माँग है। इसी तरह उन धात्विक अयस्कों की भी बहुत माँग है, जिनसे ये धातुएँ निकलती हैं। इसलिए धात्विक अयस्कों के नए-नए क्षेत्रों को खोजने के लिए सदा प्रयत्न चलता रहता है। ये क्षेत्र ऐसे होने चाहिए जिनमें पर्याप्त मात्रा में अयस्क मिल सकें और इनसे धातु प्राप्त करना लाभकारी हो। इस प्रकार के वार्तालाप से धातु निर्माण के कारखाने की स्थापना के बारे में समझाया जा सकता है।

चर्चा | **धातु निष्कर्षण के लिए उद्योग कहाँ स्थापित किए जाते हैं ?**



चित्र 3-28
लोहा या इस्पात का निर्माण करने वाले कारखाने कच्चे माल के साधनों या खानों के पास होने चाहिए।

किसी समाचारपत्र में से कोई ऐसा वृत्तांत पढ़िए जिसमें किसी विशेष स्थान पर ही इस्पात कारखाना स्थापित करने के बारे में तर्क दिया गया हो। ऐसा स्थान चुनने में, लौह-अयस्कों और कोयले की खानों का पास होना बहुत महत्त्वपूर्ण है। (देखिए चित्र 3.28) इस बात को समझने में बच्चों की मदद कीजिए कि इस सारे कच्चे माल को कारखाने तक रेलों से ढोने में कितनी कठिनाई होगी।

4. कोयला और पैट्रोलियम मूल्यवान भूमिगत (आंतर्भौम) साधन हैं

अब तक जिन धात्त्विक अयस्कों और खनिजों के बारे में विचार किया गया है, उनके अलावा भू-पर्पटी में कोयले और पैट्रोलियम के भी अपार भंडार भरे हुए हैं। ये पदार्थ जैव उत्पत्ति के होते हैं। फिर भी इन्हें अक्सर खनिज ही कहा जाता है।

4 (क). कोयला और पैट्रोलियम पृथ्वी के भीतर पाए जाते हैं

खनिजों और धातुओं के अलावा कहीं-कहीं पर आधार शैल की परतों में कोयला और पैट्रोलियम भी पाया जाता है। नीचे लिखे जैसे प्रयोगों से इस उपसंकल्पना को समझने में मदद मिलेगी।

चर्चा | **कोयला कैसे प्राप्त होता है ?**

बच्चों को लकड़ी के कोयले और पत्थर के कोयले के कुछ टुकड़े दिखाइए। उनसे पूछिए कि ये कहाँ से आते हैं। वे जानते हैं कि लकड़ी का कोयला लकड़ी जलाकर बनता है। बच्चों को यह समझाइए कि पत्थर का कोयला लकड़ी के कोयले से बहुत भिन्न होता है। यह बहुत ही ठोस यानी पत्थर जैसा ठोस होता है। बच्चों को किसी कोयले की खान का चित्र दिखाइए। उनके साथ इस बारे में बातचीत कीजिए कि अन्य खनिजों की तरह कोयला भी खानों से खोदकर निकाला जाता है। कोयला-खान के मज़दूरों की दशा के बारे में किसी उपयुक्त कहानी के कुछ अंश उन्हें पढ़कर सुनाइए।

बच्चों से इस विषय पर बातचीत कीजिए कि पत्थर का कोयला लकड़ी के कोयले से क्यों भारी होता है। (पृथ्वी के भीतर इस पर असीम दबाव पड़ता है इसी कारण यह ऐसा होता है)।

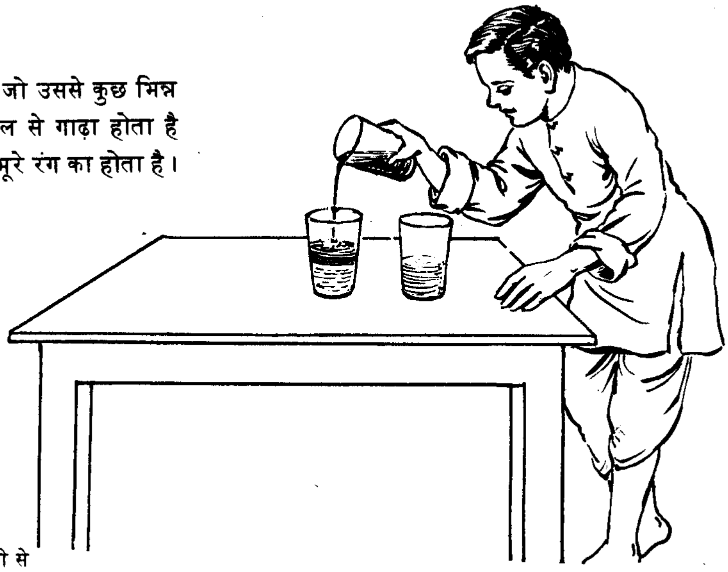
अब बच्चों को यह जानने में दिलचस्पी होगी कि पैट्रोल कहाँ मिलता है। वे अच्छी तरह जान गए हैं कि कुँएँ खोदकर पृथ्वी के नीचे से पानी निकाला जाता है। लेकिन पैट्रोलियम भी तो एक द्रव पदार्थ है जो जमीन में भीतर होता है तथा पानी की तरह पैट्रोलियम निकालने के लिए भी कुँएँ होते हैं, किन्तु पैट्रोलियम का भूगर्भ में से निकालना उतना सरल नहीं है जितना कि कुएँ से पानी निकालना। फिर पैट्रोलियम के कुएँ बहुत गहरे और कभी-कभी कई हज़ार फुट गहरे होते हैं। नीचे दिए हुए प्रयोग से बच्चों को यह बात समझने में मदद मिलेगी कि भूगर्भ में पैट्रोलियम कैसे मिलता है।

अन्वेषण | **मिट्टी का तेल जो कि पैट्रोलियम का एक उत्पाद है, पानी से किस प्रकार भिन्न है ?**

आवश्यक सामग्री
तीन बर्तन, मिट्टी का तेल, पानी

एक बर्तन में मिट्टी का तेल लीजिए और दूसरे में पानी। बच्चों को दोनों द्रवों के गुणों को देखने दीजिए। वह आसानी से बता सकते हैं कि मिट्टी के तेल में गंध है और वह जलता है, छूने में भी वह तेल की तरह चिकना है। बच्चों को यह पता लगाने के लिए प्रोत्साहित कीजिए कि दोनों में से कौन-सा द्रव भारी है। किसी तीसरे बर्तन में दोनों तरलों को डालकर इसका पता लगाया जा सकता है। पानी निस्संदेह भारी है क्योंकि यह तली में रहता है, जैसा कि चित्र 3.29 में दिखाया गया है। अब बच्चों को बताइए कि मिट्टी का तेल उन कई वस्तुओं में से है जो पैट्रोलियम से निकलती हैं। मिट्टी के तेल की तरह पैट्रोलियम भी एक जलनेवाला

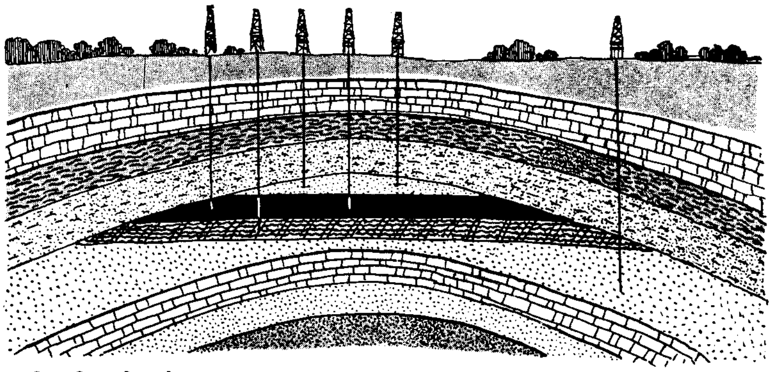
पदार्थ है। इसमें भी गंध होती है जो उससे कुछ भिन्न होती है। पैट्रोलियम मिट्टी के तेल से गाढ़ा होता है और आमतौर से काला या गहरे भूरे रंग का होता है।



चित्र 3-29
मिट्टी का तेल पानी से हल्का होता है इसी से यह पानी पर तैरता है।

चर्चा

भूगर्भ में पैट्रोलियम कैसे मिलता है ?



चित्र 3-30
पानी, पैट्रोलियम और गैस का घनत्व भिन्न-भिन्न होता है इसलिए इनकी परतें अलग-अलग रहती हैं।

चित्र 3.30 की तरह का एक रेखाचित्र बनाइए। बच्चों को यह बात अच्छी तरह देखने दीजिए कि खारे पानी के ऊपर तेल की परत रहती है और इसके ऊपर गैस रहती है। इसका कारण यह है कि तीनों में पानी सबसे भारी होता है और गैस सबसे हल्की होती है। पैट्रोलियम, गैस और पानी शैलों में (अर्थात् बालुकाश्म की परतों में) जमा हो जाते हैं जो कि स्वतः सरंध्र होते हैं किन्तु अरंध्र शैलों के बीच में दबे होते हैं। पैट्रोलियम, सरंध्र शैलों के छिद्र-स्थानों में करोड़ों-अरबों नन्हीं-नन्हीं बूँदों के रूप में जमा रहता है।

बच्चों से इस बारे में चर्चा कीजिए कि पैट्रोलियम निकालना पानी निकालने की अपेक्षा कठिन और महँगा क्यों पड़ता है। पहली बात तो यह है कि पैट्रोलियम पानी की तरह सुलभ नहीं होता। दूसरे पैट्रोलियम के कुएँ भी प्रायः बहुत ही गहरे होते हैं। तीसरे पैट्रोलियम को उसके तैलाशय के छिद्रों में से बाहर निकालने के लिए बड़े कौशल की आवश्यकता होती है।

कुछ स्थानों पर पृथ्वी के भीतर बहुत अधिक दबाव होने के कारण पानी पृथ्वी के पृष्ठ को फोड़कर सोते के रूप में बाहर निकल आता है, किन्तु पैट्रोलियम इस रूप में शायद ही कभी अपने आप पृथ्वी से बाहर निकलता हो। यदि कभी निकलता भी है तो जल्दी ही दबाव कम हो जाता है और पंप द्वारा ही इसे निकालने की आवश्यकता होती है।

4 (ख). पैट्रोलियम भूमिगत जीवों के अवशेषों से बनता है

शब्द के वास्तविक अर्थ में कोयला और पैट्रोलियम खनिज नहीं हैं। वे मैग्मा से नहीं बनते। फिर इनकी उत्पत्ति कहाँ से है?

बच्चे देख चुके हैं कि मृदा की नई परतें पुरानी परतों के ऊपर जमती चली जाती हैं। इस प्रकार इन परतों में वृक्ष और मरे हुए जीव भी दब जाते हैं। इन मृत जीवों पर दबाव और कभी-कभी गर्मी का प्रभाव पड़ता है। मरे हुए समुद्री प्राणी भी समुद्र की तली में जमा हो जाते हैं। मिट्टी और रेत भी समुद्र की तली में बैठ जाते हैं। इस प्रकार मृत समुद्री प्राणियों की परतें अजैव तलछट की तह के साथ दब जाती हैं। इन पर बहुत भारी दबाव पड़ता है। धीरे-धीरे लाखों वर्षों में प्राणियों के मृत शरीर पैट्रोलियम में बदल जाते हैं। विद्यार्थियों को इस बात को समझाने के लिए निम्नलिखित प्रयोग सहायक सिद्ध होगा।

अन्वेषण

गर्मी कागज़ को धीरे-धीरे कैसे बदल देती है?

आवश्यक सामग्री
कागज़, स्प्रिट लैम्प

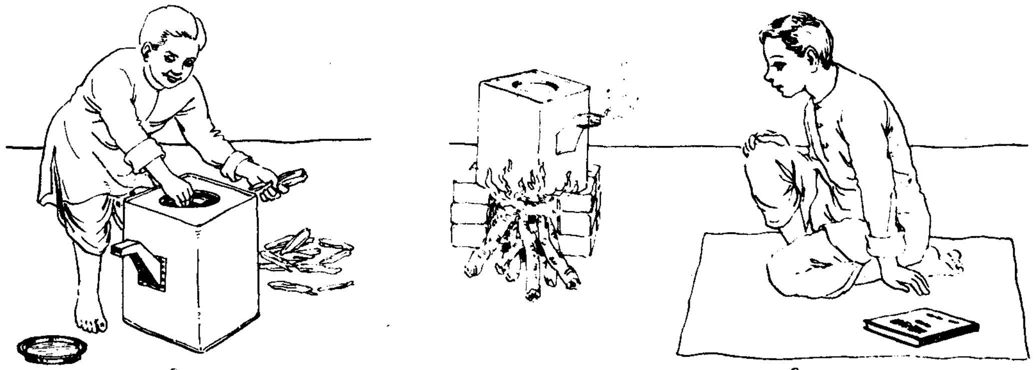
कागज़ का एक टुकड़ा लेकर लैम्प की लौ के काफ़ी ऊपर रखिए जिससे यह जले नहीं। पहले यह भूरा होगा फिर और गहरा होता चला जाएगा। अंत में यह बिल्कुल काला हो जाएगा। बच्चों को यह समझने में मदद दीजिए कि गर्मी से कागज़ किस तरह धीरे-धीरे बदल कर काला हो जाता है।

अन्वेषण

बंद बर्तन में गर्म किए जाने से लकड़ी कैसा रूप बदलती है?

आवश्यक सामग्री
लकड़ी के टुकड़े, बाज़ू में नलकी लगा बर्तन, आग

जैसा कि चित्र 3.31 में दिखाया गया है कुछ लकड़ी के टुकड़े लेकर उन्हें ऐसे बंद बर्तन में गर्म कीजिए जिसके बाज़ू में नलकी लगी हो। बच्चों को दिखाइए कि गर्म करने से लकड़ी किस प्रकार धीरे-धीरे कोयले में बदल जाती है। साथ ही इसमें से द्रव और गैसीय पदार्थ भी निकलते हैं।



चित्र 3-31 क

चित्र 3-31 ख

बंद बरतन में लकड़ी को गर्म करने से लकड़ी का कोयला बन जाता है और कुछ द्रव तथा गैसीय पदार्थ भी निकलते है।

इस बारे में बच्चों से चर्चा कीजिए कि ऊपर के परीक्षण में लकड़ी को हवा से बचाकर क्यों गर्म किया जाता है (ताकि लकड़ी जले नहीं)।

किसी बच्चे को मोमबत्ती की लौ में एक सफ़ेद प्लेट लेकर खड़ा कीजिए। यह काली पड़ जाएगी। ऊपर के अन्वेषण में काग़ज़ के काले होने और यहाँ इस प्लेट के काले होने में बताइए क्या अंतर है?

4 (ग). कोयला वनस्पति पदार्थ से बनता है

लाखों-करोड़ों वर्ष पूर्व पृथ्वी के बहुत बड़े भाग पर घने जंगल उगे हुए थे और संभवत: दलदली जंगल थे। जैसे ही ये पेड़ और पौधे गिरते थे, प्राय: वे सड़ने से पहले ही दब जाते थे। इस प्रकार जो वनस्पति पदार्थ पृथ्वी में नीचे गड़ गए उन पर लगातार बहुत समय तक भारी दबाव पड़ता गया और ये वनस्पति पदार्थ कोयले में रूपांतरित हो गए। कोयले का निर्माण कैसे होता है, यह समझने के लिए बच्चों की यहाँ दिए गए प्रयोगों से सहायता की जा सकती है।

चर्चा | **कोयला कैसे बनता है?**

चित्र 3.32 की तरह ब्लैकबोर्ड पर एक रेखाचित्र बनाइए और बच्चों से चर्चा कीजिए। उन्हें यह समझने में मदद कीजिए कि कई लाख वर्ष पहले पृथ्वी के बहुत बड़े क्षेत्र को किस प्रकार घने अनूपी जंगल ढके हुए थे। ये पेड़ कीचड़ के नीचे दब जाते थे। तब इसके ऊपर दूसरे पेड़-पौधे उगते थे और वे भी उसी प्रकार

दब जाते थे। पृथ्वी के भीतर इस प्रकार दबे हुए वनस्पति पदार्थों के ऊपर अत्यधिक दाब और कुछ उच्च ताप का प्रभाव पड़ा और ये पीट और लिग्नाइट की मध्य अवस्थाओं से होते हुए कोयले में अपघटित हो गए। पीट में वनस्पति पदार्थ आंशिक रूप से ही अपघटित होता है। निरंतर बहुत दबाव रहने के कारण पीट से लिग्नाइट बन गया। इस प्रक्रम के द्वारा अंत में कोयला बन गया।

चित्र 3-32
कोयला उन विशाल प्राचीन वनों के वृक्षों से बना जो अनूपों के दलदल में दब गए जहाँ कि ये वन उगे हुए थे।

सामान्यत: वनस्पति पदार्थ दलदली स्थानों में भिन्न तरीक़े से अपघटित होता है। यह अपघटन वायु की उपस्थिति में बैक्टीरिया के कारण होता है। किन्तु वह अपघटन जिससे लाखों-करोड़ों वर्ष में मृत बनों से कोयला बना बिल्कुल भिन्न था। यह अपघटन तलछटों की उपरिशायी तहों के दबाव के कारण वायु की अनुपस्थिति में हुआ। उस समय तापमान भी बहुत ऊँचा रहा। अवसादी शैलों की परतों के बीच में मृत वनस्पति ऊतक भी सुरक्षित रहा। निरंतर और धीरे-धीरे दबाव पड़ते रहने के कारण पौधे पीट में बदल गए और फिर लिग्नाइट और उसके बाद कोयले में बदल गए। पीट और लिग्नाइट दोनों ही अच्छे किस्म के ईंधन नहीं होते क्योंकि जलने में इनसे बहुत अधिक धुँआँ निकलता है, जैसा कि लकड़ी के जलने में निकलता है।

वैज्ञानिकों की कार्यविधि | **तेल की खोज में विज्ञान किस प्रकार सहायता करता है ?**

यह उस तेल की कहानी है—जिससे हमें स्टोवों और लालटेनों के लिए मिट्टी का तेल, अपनी मोटरकारों के लिए पेट्रोल, मरहमों और श्रृंगार सामग्री के लिए वैसलीन और दैनिक उपयोग के बहुत से रसायन मिलते हैं।

आपने देख लिया कि जिस ढंग से शैल बनते हैं, उसके बारे में जान लेने से शैलों को अवसादी, आग्नेय और कायांतरित शैलों में बाँटने में किस प्रकार से सहायता मिली। आप यह भी जानते हैं कि शैलों में जीवों के अवशेषों से पैट्रोलियम किस प्रकार बना। पैट्रोलियम की उत्पत्ति के बारे में अध्ययन का हमारे जीवन से कोई भी संबंध नहीं दिखाई देता। किन्तु विज्ञान की प्रकृति ही ऐसी है कि कोई ऐसी भविष्यवाणी नहीं कर सकता कि विज्ञान के किसी क्षेत्र में प्रगति का प्रभाव कितना व्यापक होगा। भूगर्भ में पैट्रोलियम की व्युत्पत्ति कैसे हुई, इससे संबंधित परिकल्पना से हमें यह प्रागुक्ति करने में सहायता मिलती है कि तेल कहाँ मिलता है। आज असंख्य भूवैज्ञानिक इसी तरह के काम में जुटे हुए हैं।

आप जान गए कि मृत समुद्री जीवों और पौधों से बहुत मंद भूवैज्ञानिक प्रक्रमों द्वारा पैट्रोलियम बनता है। हो सकता है कि वे शैल जो कभी समुद्र की तलहटियों में रहे हों, अब पहाड़ों, रेगिस्तानों या मैदानों में बदल चुके हों। तेल खोजनेवाला भूवैज्ञानिक इसलिए पहाड़, रेगिस्तान, मैदान या समुद्र की तलहटी में भी तेल की खोज के लिए जाता है। इस बारे में वह अपनी मरज़ी या पसंद से काम नहीं करता बल्कि भूविज्ञान की जानकारी के अनुसार चलता है।

तेल वहाँ उत्पन्न हुआ जहाँ कि कभी समुद्री शैल थे। चूँकि तेल भीतर मिलने वाले अन्य सभी पदार्थों से हल्का होता है इसलिए वह धीरे-धीरे ऊपर आ गया। केवल कुछ प्रकार के शैलों नें अर्थात् सरंध्र शैलों ने ही इसे इस प्रकार ऊपर आने दिए। वहाँ कुछ अरंध्र शैलों की परतें भी थी, जिन्होंने तेल को अपने में से होकर गुज़रने नहीं दिया। यदि इस प्रकार के अरंध्र शैल न होते, तो सारा तेल पृथ्वी की सतह पर आ जाता और बेकार चला जाता। इस प्रकार हम उन सरंध्र शैल समूहों में तेल के मिलने की आशा कर सकते हैं जो कभी पानी के नीचे रहे हों और अब अरंध्र शैलों की परतों के बीच में आ गए हैं। यहीं यह तेल जमा हो जाता है।

तेल के छिपे रहने की ऐसी जगहों की भूवैज्ञानिकों को हमेशा तलाश रहती है। पृथ्वी की सतह या पृष्ठ के चित्र लेकर उनका अध्ययन किया जाता है ताकि तेल के स्रोत पता लगाने में मदद मिल सके। इसके बाद भूवैज्ञानिक घूम-घूम कर विभिन्न शैल समूहों का विस्तार से मानचित्रण करते हैं। वे ऐसे स्थानों के बारे में बहुत दिलचस्पी रखते हैं जहाँ पृथ्वी में किसी कारण से गहरे गड्ढे पड़ गए हों और भीतरी शैल की परतें अनावृत हो गई हों। शैलों के नमूने लेकर प्रयोगशालाओं में उनकी परीक्षा की जाती है, जिनसे यह पता लग जाए कि क्या वे शैल उस प्रकार के हैं जिनमें तेल हुआ करता है।

कभी-कभी तेलधारी शैल बहुत गहराई पर होते हैं। कुछ ऐसे यंत्र होते हैं जिनकी सहायता से भूवैज्ञानिक इस प्रकार के शैलों का पता लगा लेते हैं और उन्हें वास्तविक रूप से उतनी गहराई तक खोदने की आवश्यकता भी नहीं पड़ती।

इस सारे प्रारंभिक सर्वेक्षण के बावजूद भी किसी स्थान पर तेल है या नहीं, यह एक अनुमान की ही वस्तु रहती है। आशाप्रद क्षेत्र में कई स्थानों पर कुएँ खोदकर देखे जाते हैं। कुओं का खोदना एक विशाल और परिश्रम का कार्य है। इसके लिए भारी व्यय और कौशल की आवश्यकता होती है। कभी-कभी पानी के नीचे भी खुदाई करनी पड़ती है।

इसके बाद यह हिसाब लगाकर देखा जाता है कि इस क्षेत्र में तेल निकालना लाभकारी रहेगा या नहीं। तेल के वास्तविक उत्पादन का कार्य तभी शुरू किया

जाता है जब इस बात का भली भाँति निश्चय हो जाता है कि यह लाभप्रद रहेगा।

इस प्रकार जो तेल निकलता है वह कच्चा तेल या पैट्रोलियम ही होता है। इसको शोधन के प्रक्रम द्वारा साफ़ किया जाता है, जिससे मिट्टी का तेल और पैट्रोल जैसी उपयोगी चीजें प्राप्त होती हैं।

हमारा देश पैट्रोलियम और इससे बने पदार्थों के बारे में आत्मनिर्भर होने के महान प्रयत्न कर रहा है। हमारे तेल पैदा करनेवाले क्षेत्र असम (उदाहरणार्थ नाहोरकटिया—मोरान) और गुजरात (अंकलेश्वर) में हैं। हमारे यहाँ कई तेल शोधक कारख़ाने काम कर रहे हैं और कुछ और शुरू होनेवाले हैं। इनमें से एक बरौनी में है और एक गौहाटी में।

तेल की स्थिति का पता लगाने और खुदाई करने के लिए अत्यधिक वैज्ञानिक अनुसंधान की आवश्यकता होती है। लाखों-करोड़ों वर्ष पहले तेल के निर्माण संबंधी सुदूर विषय का अध्ययन हमारे लिए आज किस प्रकार उपयोगी है? तेल की कहानी से यह बात स्पष्ट हो जाती है कि सैद्धांतिक अनुसंधान मनुष्य के लिए कितना अधिक व्यावहारिक मूल्य रख सकता है।